



4

Patent
Attorney's Docket No. 060000-115

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)
Magnus GANNHOLM) Group Art Unit: 2681
Application No.: 09/888,384) Examiner: Unassigned
Filed: June 26, 2001)
For: METHOD AND ARRANGEMENT)
RELATING TO TRANSCEIVERS)

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Swedish Patent Application No. 0002418-2

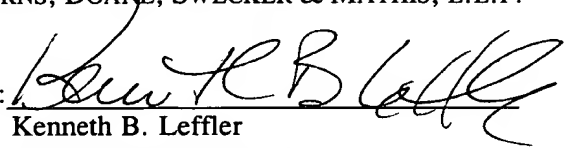
Filed: June 27, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: October 12, 2001

By: 
Kenneth B. Leffler
Registration No. 36,075

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen



Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ), Stockholm
Applicant (s) SE

(21) Patentansökningsnummer 0002418-2
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2000-06-27
Date of filing

Stockholm, 2001-06-20

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Christina Vängborg
Christina Vängborg

Avgift
Fee 170:-

FÖRFARANDE OCH ANORDNING VID TRANSCEIVER**TEKNISKT OMRÅDE**

Föreliggande uppfinning hänför sig till området förfaranden och
5 anordningar vid transceivrar, och mer specifikt den del av detta
område som berör kalibrering av transceivrar.

TEKNIKENS STÅNDPUNKT

En transceiver är en anordning som kan mottaga och utsända
radiostrålning. Transceivern utnyttjas inom många tekniska
10 områden, såsom radiokommunikation, radioastronomi, radar- och
mikrovågsteknik. Ofta utgörs hela eller delar av transceivern av
en eller flera integrerade kretsar (ASIC).

När en transceiver konstrueras så krävs vanligen att trans-
ceivern uppfyller en fastställd specifikation, som naturligtvis
15 beror av transceiverns tilltänkta tillämpningsområde. Specifika-
tionen kan exempelvis ställa krav på transceiverns brusfaktor,
samt undertryckning av spuriöser och harmoner med mera. Vid
konstruktionen av transceivern är det idag ofta nödvändigt att
uppfylla specifikationen med god marginal på grund av
20 osäkerhetsmoment som exempelvis temperaturvariationer, slump-
variationer vid tillverkning av transceivern och eventuell
felmatchning mellan olika steg i transceivern. Detta leder dock
ofta till en ökad effektförbrukning, och dessutom blir
konstruktionstiden vanligen längre.

25 För att specifikationen skall uppfyllas så måste de i
transceivern ingående komponenterna i sin tur uppfylla vissa
prestandakrav. På grund av variationer och ofullkomligheter hos
komponenterna i transceivern så uppfyller en nytillverkad
transceiver inte alltid specifikationen. Det är därför önskvärt
30 att kunna testa huruvida transceivern uppfyller specifikationen.

I US 5835850 visas en transceiverkonstruktion som går att testa för att avgöra om den fungerar tillfredsställande eller inte. Transceiverkonstruktionen innefattar organ för att sända en testsignal genom hela sändar-mottagarkedjan och jämföra
5 testsignalen med en mottagen signal för att därigenom avgöra huruvida konstruktionen fungerar tillfredsställande. I det fall att konstruktionen ej fungerar tillfredsställande synes det dock inte möjligt att avgöra vilken eller vilka komponenter i konstruktionen som är felaktiga. Det synes inte heller möjligt
10 att justera eller kalibrera konstruktionen, varken som helhet eller beträffande de ingående komponenterna.

En känd metod, med vilken komponenter i en transceiver kan kalibreras, går under namnet RF-test. Vid RF-testning tillförs en sändarkedja i transceivern speciellt utvalda testsignaler,
15 varvid motsvarande svarssignaler mottags från sändarkedjans radiofrekvenssteg. På grund av det speciella valet av testsignaler kan komponenterna i sändarkedjan undersökas och kalibreras genom att testsignalerna jämförs med svarssignalerna. En mottagarkedja i transceivern kalibreras på ett liknande sätt
20 genom att speciellt utvalda testsignaler injiceras i mottagarkedjans radiofrekvenssteg, varvid motsvarande svarssignaler mottags från mottagarkedjans basbandssteg. Genom det speciella valet av testsignaler kan komponenterna i mottagarkedjan undersökas och kalibreras utifrån jämförelser av
25 testsignalerna med svarssignalerna.

Flera nackdelar finns dock med RF-testning. RF-testning är dyrt och tidskrävande, bland annat därför att en stor del av signalbehandlingen sker i radiofrekvensområdet. Noggrannheten vid kalibrering med RF-test är ganska dålig, speciellt när det
30 gäller effektnivåer. Med RF-testning är det dessutom svårt att kalibrera radiofrekvenssteg i sändarkedjan och mottagarkedjan på grund av inverkan från den utrustning som utnyttjas vid RF-testningen.

REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Föreliggande uppfinning avser huvudsakligen problemet att göra konstruktion, tillverkning och användande av transceivrar enklare och billigare.

- 5 Ovan formulerade problem löses i korthet genom en förbättrad metod för kalibrering av transceivrar, varvid uppfinningen även innefattar en transceiverkrets som är lämplig för kalibrering med den förbättrade metoden.

- 10 En huvudsaklig avsikt med uppfinningen är således att göra konstruktion, tillverkning och användande av transceivrar enklare och billigare, varvid uppfinningen innefattar förfaranden såväl som anordningar med vilka denna avsikt uppnås.

- 15 Ovan formulerade problem löses mera ingående enligt det följande. En följd av signalförbindelser upprättas mellan en sändarkedja och en mottagarkedja i en transceiver. Därigenom erhålls en motsvarande följd av signalvägar från ett basbandssteg i sändarkedjan till ett basbandssteg i mottagarkedjan. Varje sådan signalväg innefattar åtminstone en specifik komponent som skall kalibreras med utnyttjande den
- 20 upprättade signalvägen, varvid eventuella ytterligare komponenter i signalvägen redan är kalibrerade med utnyttjande av tidigare upprättade signalvägar. Vid kalibrering av komponenterna sänds förutbestämda testsignaler över signalvägarna, varvid svarssignaler mottags som svar på de sända test-
- 25 signalerna. Utifrån testsignalerna och svarssignalerna avgörs det om komponenterna i transceivern uppfyller förutbestämda prestandakrav, varvid komponenterna justeras i de fall då de inte uppfyller prestandakraven.

- 30 Vid jämförelse med känd teknik har uppfinningen ett antal fördelar. Uppfinningen möjliggör enkel kalibrering av enskilda komponenter i transceivern. Komponenterna i alla steg av transceivern kan kalibreras. Kalibreringen av transceiverns

komponenter kan göras noggrant. All signalbehandling utförs vid lägre frekvenser.

Uppfinningen kommer nu att beskrivas närmare med hjälp av föredragna utföringsformer och med hänvisning till bifogade
5 ritningar.

FIGURBESKRIVNING

Figur 1 visar ett blockschema av en krets med en transceiver enligt uppfinningen.

Figurerna 2-3 visar kretsen från figur 1, varvid signalvägar som
10 utnyttjas vid kalibrering av transceivern är indikerade med streckade linjer.

Figur 4 visar ett blockschema över ett styrbart filter i transceivern.

Figur 5 visar ett blockschema över en blandare i transceivern.

15 Figur 6 visar ett blockschema över ytterligare en blandare i transceivern.

Figur 7 visar diagram över effektspektrum hos signaler som utnyttjas vid kalibrering av transceivern.

Figurerna 8-15 visar kretsen från figur 1, varvid signalvägar
20 som utnyttjas vid kalibrering av transceivern är indikerade med streckade linjer.

Figur 16 visar diagram över effektspektrum hos signaler som utnyttjas vid kalibrering av transceivern.

Figur 17 visar kretsen från figur 1, varvid en signalväg som
25 utnyttjas vid kalibrering av transceivern är indikerad med streckade linjer.

Figur 18 visar ytterligare ett blockschema av en krets med en transceiver enligt uppfinningen.

FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER

I figur 1 visas ett blockschema av en krets 1 som innefattar en (radio) transceiver. Transceivern innefattar en sändarkedja 3 och en mottagarkedja 5. Sändarkedjan 3 och mottagarkedjan 5 innefattar vardera tre frekvenssteg: basbandssteg, mellanfrekvenssteg och radiofrekvenssteg. Radiofrekvensstegen är anslutna till en antennenhet 7. Basbandsstegen är vidare anslutna till ett digitalt gränssnitt 9 med en D/A-omvandlare 11 som är ansluten till sändarkedjan 3 och en A/D-omvandlare 13 som är ansluten till mottagarkedjan 5. Sändarkedjan 3 innefattar en första respektive en andra blandare 15 respektive 16 vilka är anordnade mellan basbandssteget och mellanfrekvenssteget respektive mellan mellanfrekvenssteget och radiofrekvenssteget i sändarkedjan 3. Mottagarkedjan 5 innefattar på motsvarande sätt en tredje respektive en fjärde blandare 17 respektive 18 vilka är anordnade mellan basbandssteget och mellanfrekvenssteget respektive mellan mellanfrekvenssteget och radiofrekvenssteget i mottagarkedjan 5. Blandarna 15-18 är anordnade för att på välkänt maner utföra frekvenstransponering mellan de olika frekvensstegen i transceivern.

Basbandssteget hos sändarkedjan 3 innefattar ett basbandsfilter 21 samt en första respektive en andra signalledare 31 respektive 32 vilka är anordnade att ansluta basbandsfiltret 21 till D/A-omvandlaren 11 respektive den första blandaren 15. Basbandssteget hos mottagarkedjan 5 innefattar på ett motsvarande sätt ett basbandsfilter 24 samt en första respektive en andra signalledare 38 respektive 39 vilka är anordnade att ansluta basbandsfiltret 24 till A/D-omvandlaren 13 respektive den tredje blandaren 17.

Mellänfrekvenssteget hos sändarkedjan 3 innefattar ett mellanfrekvensfilter 22 samt en första respektive en andra signalledare 33 respektive 34 vilka är anordnade att ansluta mellanfrekvensfiltret 22 till den första blandaren 15 respektive
5 den andra blandaren 16. Mellänfrekvenssteget hos mottagarkedjan 5 innefattar på motsvarande sätt ett mellanfrekvensfilter 25 samt en första respektive en andra signalledare 40 respektive 41 vilka är anordnade att ansluta mellanfrekvensfiltret 25 till den tredje blandaren 17 respektive den fjärde blandaren 18.

10 Radiofrekvenssteget hos sändarkedjan 3 innefattar ett radiofrekvensfilter 23 och en sändarförstärkare 45. Vidare innefattar radiofrekvenssteget hos sändarkedjan 3 en första, en andra och en tredje signalledare 35, 36 och 37. Den första signalledaren 35 är anordnad att ansluta radiofrekvensfiltret 23 till den
15 andra blandaren 16. Den andra signalledaren 36 är anordnad att ansluta radiofrekvensfiltret 23 till sändarförstärkaren 45. Den tredje signalledaren 37 är anordnad att ansluta sändarförstärkaren 45 till antennenheten 7.

På liknande sätt innefattar radiofrekvenssteget hos mottagarkedjan 5 ett radiofrekvensfilter 26 och en mottagarförstärkare
20 47, exempelvis en lågbrusförstärkare. Vidare innefattar radiofrekvenssteget hos mottagarkedjan 5 en första, en andra och en tredje signalledare 42, 43 och 44. Den första signalledaren 42 är anordnad att ansluta radiofrekvensfiltret 26 till den
25 fjärde blandaren 18. Den andra signalledaren 43 är anordnad att ansluta radiofrekvensfiltret 26 till mottagarförstärkaren 47. Den tredje signalledaren 44 är anordnad att ansluta mottagarförstärkaren 47 till antennenheten 7.

Komponenterna i transceivern är anordnade så att deras prestanda
30 (engelsk term: performance) kan justeras på kommando från en styrenhet 81. Styrenheten 81 är ansluten med en signalledning 83 till ett seriegränssnitt 85 (engelsk term: serial interface). Seriegränssnittet 85 är i sin tur medelst en första uppsättning

signalledningar 87 anslutet till de olika komponenterna i transceivern. Styrenheten 81 styr komponenterna i transceivern, via seriegränssnittet 85, med seriella datapacket som innefattar dels adressinformation som indikerar vilken komponent eller
5 vilken del av en komponent som skall styras, dels styrinformation som indikerar hur den adresserade komponenten (eller den adresserade delen av komponenten) skall styras.

I den i figur 1 illustrerade kretsen 1 styrs komponenterna seriellt via seriegränssnittet 85, men uppfinningen är
10 naturligtvis inte begränsad till denna form av styrning, och alternativt görs styrningen på något annat sätt som en fackman, med hänsynstagande till omständigheterna, finner lämpligt. Exempelvis kan styrningen utföras med utnyttjande av en parallellbuss.

15 Signalledarna 31-37 i sändarkedjan 3 innefattar styrbara omkopplare 51-57. När omkopplarna 51-57 är ställda sina normallägen så är signalledarna 31-37 obrutna. Omkopplarna 51-57 är dock även anordnade så att de kan ställas i lägen vid vilka det sker omkopplingar från signalledarna 31-37 i sändarkedjan 3
20 till signalledare 60-70 vilka på ett förutbestämt sätt är anslutna till signalledarna 38-44 i mottagarkedjan 5. Genom styrning av omkopplarna 51-57 är det således möjligt att upprätta förutbestämda signalförbindelser mellan sändarkedjan 3 och mottagarkedjan 5, vilket utnyttjas vid kalibrering av
25 transceivern, såsom kommer att beskrivas mer ingående längre fram. Omkopplarna 51-57 styrs från styrenheten 81 via seriegränssnittet 85 och en andra uppsättning signalledningar 89, vilka sammanlänkar seriegränssnittet 85 med omkopplarna 51-57.

30 I det i figur 1 visade exemplet är omkopplarna 51-57 anordnade i sändarkedjan 3. Alternativt kan dock en, flera eller alla av omkopplarna 51-57 istället vara anordnade i mottagarkedjan 5.

En signalbehandlingsenhet 91 är ansluten till det digitala gränssnittet 9. Signalbehandlingsenheten 91 är även ansluten med en kommunikationslänk 93 till styrenheten 81. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81
5 generera specifikt utvalda digitala signaler vilka tillförs D/A-omvandlaren 11. Signalbehandlingsenheten 91 är även anordnad att mottaga digitala signaler från A/D-omvandlaren 13. I en föredragen utföringsform innefattar signalbehandlingsenheten 91 en processor (ej visad) och associerad programvara för digital
10 signalbehandling. Dock kan signalbehandlingsenheten 91 vara uppbyggd på annat sätt, exempelvis som en kretslösning (maskinvara).

Styrenheten 81 innefattar tre huvuddelar: en processordel 81a med en eller flera processorer; en minnesdel 81b innefattande
15 minne för att lagra program som styr styrenhetens 81 arbete samt minne för att lagra data som utnyttjas vid styrenhetens 81 arbete; och en kommunikationsdel 81c med vilken styrenheten 81 kommunicerar med dels signalbehandlingsenheten 91, dels seriegränssnittet 85. Alternativt är styrenheten 81 dock uppbyggd på
20 annat sätt, exempelvis som en kretslösning (maskinvara).

I det i figur 1 illustrerade exemplet är styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91 två separata enheter, men alternativt är dessa istället integrerade till en enda enhet.

I en föredragen utföringsform är kretsen 1 anordnad på ett enda
25 kretskort eller chips. Alternativt kan dock kretsen 1 vara uppdelad på ett flertal kretskort eller chips. Exempelvis kan transceivern vara anordnad på ett enskilt kretskort, varvid de övriga delarna är anordnade på ett eller flera ytterligare kretskort.

30 Härmed skall nu beskrivas hur kretsen 1 i figur 1 är anordnad att arbeta vid kalibrering av transceivern.

Förfarandet inleds med att det digitala gränssnittets 9
signalpåverkan kartläggs. Omkopplaren 51 ställs av styrenheten
81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från
signalledaren 31 till en första ände av signalledaren 60. En
5 andra ände av signalledaren 60 är ansluten till en
kopplingspunkt 71 på signalledaren 38 i mottagarkedjans 5
basbandssteg. Således upprättas en signalförbindelse från
signalledaren 31 i sändarkedjans 3 basbandssteg till
signalledaren 38 i mottagarkedjans 5 basbandssteg. Därmed
10 erhålls en första signalväg från basbandssteget i sändarkedjan 3
till basbandssteget i mottagarkedjan 5. Den första signalvägen
indikeras med streckade linjer i figur 2. Signalbehandlings-
enheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81
generera en första testsignal TS1 som efter D/A-omvandling i det
15 digitala gränssnittet 9 sänds över den första signalvägen. Den
första testsignalen TS1 är en flerfrekvenssignal som innefattar
åtminstone frekvenser i ett för transceivern förutbestämt
basbandsområde. I en föredragen utföringsform är den första
testsignalen TS1 ett frekvenssvep. Men den första testsignalen
20 TS1 är alternativt av annat slag, exempelvis en följd av
harmoniskt oscillerande signaler med olika frekvenser. Då den
första testsignalen TS1 sänds över den första signalvägen så
mottager signalbehandlingsenheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en
första svarssignal RS1 svarande mot den första testsignalen TS1.
25 På grund av signalpåverkan från det digitala gränssnittet 9 så
skiljer sig den första svarssignalen RS1 från den första
testsignalen TS1. Styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91
är anordnade att kartlägga det digitala gränssnittets 9
signalpåverkan genom att jämföra den första testsignalen TS1 med
30 den första svarssignalen RS1. I en föredragen utföringsform är
signalbehandlingsenheten anordnad att fouriertransformera den
första testsignalen TS1 och den första svarssignalen RS1,
exempelvis med utnyttjande av FFT (Fast Fourier Transform)
algoritmer. Från fouriertransformerna fastställs vilken
35 amplitud- respektive faspåverkan som det digitala gränssnittet 9

har för frekvenser inom det förutbestämda basbandsområdet. Informationen om det digitala gränssnittets 9 amplitud- och faspåverkan lagras i minnesdelen 81b.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av sändarkedjans 3
5 basbandsfilter 21. Omkopplaren 51 ställs i normalläge av styrenheten 81. Omkopplaren 52 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 32 till en första ände av signalledaren 61. En andra ände av signalledaren 61 är ansluten till kopplingspunkten 71 på signal-
10 ledaren 38. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 32 i sändarkedjans 3 basbandssteg till signalledaren 38 i mottagarkedjans 5 basbandssteg. Därmed erhålls en andra signalväg från basbandssteget i sändarkedjan 3 till basbandssteget i mottagarkedjan 5. Den andra signalvägen indikeras med
15 streckade linjer i figur 3.

I figur 4 visas ett blockschema över en föredragen konstruktion av basbandsfiltret 21. Filterkonstruktionen i figur 4 baseras på en operationsförstärkare 101 och innefattar dels fasta resistorer R1 och R3 och kondensatorer C1 och C3, dels resistorer R2
20 och R4 och kondensatorer C2 och C4 vilka kan kopplas in eller ifrån med utnyttjande av styrbara omkopplare 103-106. De styrbara omkopplarna 103-106 styrs, via seriegränssnittet 85, av styrenheten 81. Eftersom basbandsfiltret 21, i det i figur 4 visade exemplet, innefattar fyra styrbara omkopplare 103-106 så
25 kan en filterkarakteristik ställas in på 16 (2^4) sätt. I det i figur 4 visade exemplet innefattar basbandsfiltret 21 fyra impedanskomponenter R2, R4, C2 och C5 vilka kan kopplas in eller ifrån med utnyttjande av de associerade omkopplarna 103-106. Uppfinningen är naturligtvis inte begränsad till just detta
30 antal, och alternativt innefattar basbandsfiltret 21 fler eller färre sådana impedanskomponenter och omkopplare. Uppfinningen är dock inte begränsad till den typ av styrbart filter som visas i figur 4, utan andra typer av styrbara filter kan naturligtvis användas.

Basbandsfiltret 21 är ett lågpassfilter vars funktion är att släppa igenom frekvenser i basbandsområdet och dämpa högre frekvenser (exempelvis övertoner genererade i D/A-omvandlaren 11). I minnesdelen 81b är lagrat information som beskriver vilka förutbestämda prestandakrav som basbandsfiltret 21 skall uppfylla. De nominella värdena på resistorerna R1-R4 och kondensatorerna C1-C4 är valda med hänsynstagande till dessa förutbestämda prestandakrav. Vad som utgör de förutbestämda prestandakraven beror naturligtvis på transceiverns tilltänkta tillämpning och på specifikationen för transceivern som helhet. Exempelvis kan prestandakraven för basbandsfiltret 21 specificera en minsta tillåten dämpning för frekvenser från och med den lägsta övertonen som genereras av D/A-omvandlaren 11. 30 dB eller däromkring är i många sammanhang ett lämpligt värde på den minsta tillåtna dämpningen.

Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en andra testsignal TS2 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den andra signalvägen. Den andra testsignalen TS2 är en flerfrekvenssignal och innefattar åtminstone frekvenser i ett frekvensområde i vilket prestanda för basbandsfiltret 21 är fastställda. Det är föredraget att den andra testsignalen TS2 är ett frekvenssvep. Det är vidare föredraget att den andra testsignalen TS2 innefattar endast en I-komponent (engelsk term: in-phase component) eller, alternativt, endast en Q-komponent (engelsk term: quadrature component). På så vis påverkas inte kalibreringen av eventuella fas- och amplitudskillnader mellan I- och Q-kanal. Då den andra testsignalen TS2 sänds över den andra signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en andra svarssignal RS2 svarande mot den andra testsignalen TS2. Styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91 är anordnade att kartlägga basbandsfiltrets 21 karakteristik genom att jämföra den andra testsignalen TS2 med den andra svarssignalen RS2. Härvidlag utnyttjas den lagrade

informationen om det digitala gränssnittets 9 amplitud- och faspåverkan för att korrigera för det digitala gränssnittets 9 signalpåverkan. Korrigeringen utförs genom att det vid beräkningar i styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91 tas
5 hänsyn till det digitala gränssnittets 9 amplitud- och faspåverkan. Alternativt utförs korrigeringen genom att redan från början korrigera den andra testsignalen TS2 för det digitala gränssnittets 9 inverkan. I en föredragen utföringsform är signalbehandlingsenheten 91 anordnad att fouriertransformera
10 den andra testsignalen TS2 och den andra svarssignalen RS2. Från fouriertransformerna fastställs basbandsfiltrets 21 karakteristik. Den således uppmätta karakteristiken jämförs med den lagrade informationen som beskriver de förutbestämda prestandakrav som basbandsfiltret 21 skall uppfylla. Om
15 basbandsfiltrets 21 prestanda ej är acceptabla så är styrenheten anordnad att justera basbandsfiltrets 21 karakteristik genom att ställa om en eller flera av omkopplarna 103-106 i basbandsfiltret 21. Proceduren upprepas, om så behövs, till dess att basbandsfiltret 21 erhåller acceptabla prestanda. När
20 basbandsfiltret 21 erhållit acceptabla prestanda så är styrenheten 81 anordnad att lagra den uppmätta karakteristiken hos basbandsfiltret 21 i minnesdelen 81b.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av basbandsfiltret 24 i mottagarkedjan 5. Basbandsfiltret 24 är ett lågpasfilter med en
25 motsvarande funktion som basbandsfiltret 21 i sändarkedjan 3. Basbandsfiltret 24 är konstruerat på ett liknande sätt som basbandsfiltret 21 i figur 4. I minnesdelen 81b är lagrat information som beskriver de förutbestämda prestandakrav som ställs på basbandsfiltret 24. Omkopplaren 51 ställs av
30 styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 31 till en första ände av signalledaren 62. En andra ände av signalledaren 62 är ansluten till en kopplingspunkt 72 på signalledaren 39 i mottagarkedjans 5 basbandssteg. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 31 i

sändarkedjans 3 basbandssteg till signalledaren 39 i mottagarkedjans 5 basbandssteg. De övriga omkopplarna 51 och 53-57 är härvidlag ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en tredje signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den tredje signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 8. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en tredje testsignal TS3 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den tredje signalvägen. Då den tredje testsignalen TS3 sänds över den tredje signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91 en motsvarande tredje svarssignal RS3. Den tredje testsignalen TS3 har samma egenskaper som den andra testsignalen TS2, och kalibreringen av basbandsfiltret 24 i mottagarkedjan 5 görs på ett motsvarande sätt som kalibreringen av basbandsfiltret 21 i sändarkedjan 3. När basbandsfiltret 24 är kalibrerat så lagras basbandsfiltrets 24 uppmätta karakteristik i minnesdelen 81b.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av den första blandaren 15 och den tredje blandaren 17, vilka är anordnade för frekvenstransponering mellan basbandsområdet och ett för transceivern förutbestämt mellanfrekvensområde.

En föredragen uppbyggnad av den första blandaren 15 framgår av figur 5. Den första blandaren 15 innefattar en första justerbar fasdelare 121 (engelsk term: phase splitter). Den första fasdelaren 121 är ansluten till signalledaren 32 i sändarkedjan och anordnad att uppdelar en inkommande signal i en I-komponent och en Q-komponent. Den första fasdelaren 121 är även ansluten till seriegränssnittet 85, vilket möjliggör för styrenheten 81 att justera den första fasdelaren 121. Den första blandaren 15 är anordnad så att I-komponenten tillförs en första delblandare 127 via en första likströmsregulator 123. På ett motsvarande sätt är den första blandaren 15 anordnad så att Q-komponenten tillförs en andra delblandare 129 via en andra likströmsregulator 125. Likströmsregulatorerna 123 respektive 125 är

anordnade att påverka likströmsnivåer (engelsk term: DC offset) hos I- respektive Q-komponenten. Likströmsregulatorerna 123 och 125 är anslutna till seriegränssnittet 85, och likströmsregulatorernas 123 och 125 påverkan på likströmsnivåerna styrs av styrenheten 81. Den första blandaren 15 innefattar vidare en andra justerbar fasdelare 133 vilken är anordnad att mottaga en oscillatorsignal LO från en lokaloscillator 131. Oscillator-signalens LO frekvens är vald med hänsynstagande till ett frekvensavstånd mellan basbandsområdet och mellanfrekvensområdet hos transceivern. Den andra fasdelaren 133 är anordnad att uppdelat oscillatorsignalen i en I-del LOI och en Q-del LOQ. Den andra fasdelaren 133 är ansluten till seriegränssnittet 85, vilket gör det möjligt för styrenheten 81 att justera den andra fasdelaren 133. Den första blandaren 15 är anordnad så att I-delen LOI av oscillatorsignalen LO tillförs den första delblandaren 127 via en första styrbar dämpare 135. På ett motsvarande sätt är den första blandaren anordnad så att Q-delen LOQ av oscillatorsignalen LO tillförs den andra delblandaren 129 via en andra styrbar dämpare 137. Dämparna är anslutna till seriegränssnittet 85 och styrs av styrenheten 81. Den första blandaren 15 är vidare anordnad så att utsignaler från delblandarna 127 och 129 sammanlagras och tillförs signalledningen 33.

En föredragen uppbyggnad av den tredje blandaren 17 framgår av figur 6. Den tredje blandaren 17 är konstruerad huvudsakligen på samma sätt som den första blandaren 15, och de komponenter i den tredje blandaren 17 som motsvarar komponenter i den första blandaren 15 har för enkelhets skull givits samma referensnummer som de motsvarande komponenterna i den första blandaren 15. Den enda egentliga skillnaden mellan den första blandaren 15 och den tredje blandaren 17 är att den tredje blandaren 17 innefattar en styrbar fasvridare 141. Den tredje blandaren 17 är anordnad så att oscillatorsignalen LO tillförs den andra fasdelaren 133 via fasvridaren 141. Den styrbara fasvridaren 141 är ansluten till

seriegränssnittet 85 och styrs av styrenheten 81. Fasvridaren 141 är anordnad så att den kan ställas in i ett första respektive ett andra fasvridningsläge. I det första fasvridningsläget är fasvridningen 0° . I det andra fasvridningsläget är fasvridningen 180° . Vid normal användning av transceivern så är fasvridaren 141 ställd i det första fasvridningsläget. Vid kalibrering av den första och den tredje blandaren 15 och 17 är dock fasvridaren 141 ställd i det andra fasvridningsläget.

- 10 Den första blandaren 15 i figur 5 och den tredje blandaren 17 i figur 6 är konstruerade för undertryckning av undre sidband. För att de undre sidbanden skall undertryckas krävs dock att en fasskillnad mellan I-komponenten och Q-komponenten är 90° . Vidare krävs att en fasskillnad mellan oscillatorsignalens I-del
- 15 LOI och Q-del LOQ är 90° . Ytterligare ett krav är I- och Q-kanalerna har väsentligen samma dämpning. Dessa krav kan uppfyllas i förutbestämd omfattning genom att justera fasdelarna 121 och 133 och dämparna 135 och 137, vilket nu kommer att beskrivas.
- 20 Vid kalibrering av den första och den tredje blandaren 15 och 17 är styrenheten 81 anordnad att ställa omkopplaren 53 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 33 till en första ände av signalledaren 63. En andra ände av signalledaren 63 är ansluten till en kopplingspunkt 73 på signalledaren 40.
- 25 Således upprättas en signalförbindelse mellan signalledaren 33 i sändarkedjan 3 och signalledaren 40 i mottagarkedjan 5. De övriga omkopplarna 51, 52 och 54-57 är härvidlag ställda i sina normallägen. En fjärde signalväg från basbandssteget i sändarkedjan 3 till basbandssteget i mottagarkedjan 5 är därmed
- 30 erhållen. Den fjärde signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 9. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten generera en fjärde testsignal TS4 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den fjärde signalvägen. Den fjärde testsignalen TS4 är en

enfrequenssignal med en frekvenskomponent 149 med en frekvens f_1 i basbandsområdet. Ett effektspektrum till den fjärde testsignalen TS4 visas i diagrammet i figur 7a.

5 Då den fjärde testsignalen TS4 sänds över den fjärde signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en fjärde svarssignal RS4 svarande mot den fjärde testsignalen TS4. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att generera en fouriertransform till den fjärde svarssignalen RS4. Ett typiskt effektspektrum till den fjärde svarssignalen RS4 framgår av
10 diagrammet i figur 7b. Detta effektspektrum innefattar dels en första frekvenskomponent 151 med frekvensen f_1 , dels en andra frekvenskomponent 153 med frekvensen 0. Den första frekvenskomponenten 151 utgörs av de delar av de undre (oönskade) sidbanden vilka inte undertrycks i blandarna 15 och 17, på grund
15 av att de ovan nämnda kriterierna för fasskillnad och dämpning inte är helt uppfyllda. Styrenheten 81 är härvidlag anordnad att justera inställningarna av fasdelarna 121 och 133 och dämparna 135 och 137 i blandarna 15 och 17 tills dess att den första frekvenskomponenten 151 understiger en förutbestämd nivå.

20 Den andra frekvenskomponenten 153 utgörs av de delar av oscillatorsignalerna LO vilka inte undertrycks i blandarna 15 och 17. För att oscillatorsignalerna LO skall undertryckas i förutbestämd omfattning av blandarna 15 och 17 så är styrenheten 81 anordnad att styra likströmsregulatorerna 123 och 125 så att
25 likströmsnivåerna hos I- och Q-komponenterna justeras. Justeringen av likströmsnivåerna fortgår till dess att den andra frekvenskomponenten 153 understiger en förutbestämd nivå.

Uppfinningen är inte begränsad till just de typer av blandare som visas i figurerna 5 och 6, utan naturligtvis kan även andra
30 typer av blandare användas.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av mellanfrekvensfiltren 22 och 25. Mellanfrekvensfiltren 22 och 25 är i en föredragen

utföringsform bandpassfilter som skall släppa igenom frekvenser i det förutbestämda mellanfrekvensområdet och i förutbestämd omfattning dämpa frekvenser utanför detta mellanfrekvensområde. Mellanfrekvensfiltren 22 och 25 är i en föredragen utföringsform

5 konstruerade på ett liknande sätt som basbandsfiltret 21 i figur 4. I minnesdelen 81b är lagrat data som beskriver de prestandakrav som ställs på mellanfrekvensfiltren 22 och 25.

Omkopplaren 54 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 34 till en första ände

10 av signalledaren 64. En andra ände av signalledaren 64 är ansluten till kopplingspunkten 73 på signalledaren 40. Således upprättas en signalförbindelse mellan signalledaren 34 i sändarkedjans 3 mellanfrekvenssteg och signalledaren 40 i mottagarkedjans 5 mellanfrekvenssteg. Härvidlag är de övriga

15 omkopplarna 51-53 och 55-57 ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en femte signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den femte signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 10. Signalbehandlings-

20 enheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en femte testsignal TS5 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den femte signalvägen. Den femte testsignalen TS5 är en flerfrekvenssignal som innefattar frekvenser i basbandsområdet. I en föredragen utföringsform är den femte testsignalen TS5 ett frekvenssvep. Vidare är det

25 föredraget att den femte testsignalen TS5 innefattar endast en I-komponent eller, alternativt, endast en Q-komponent. På så vis påverkas inte kalibreringen av eventuella fas- och amplitudskillnader mellan I- och Q-kanal. Då den femte testsignalen TS5 sänds över den femte signalvägen så mottager

30 signalbehandlingsenheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en femte svarssignal RS5 svarande mot den femte testsignalen TS5. Styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91 är anordnade att kartlägga mellanfrekvensfiltrets 22 karakteristik genom att jämföra den femte testsignalen TS5 med den femte svarssignalen

RS5. Härvidlag utnyttjas den i minnesdelen 81b lagrade informationen över karakteristiken hos basbandsfiltren 21 och 24 och det digitala gränssnittets 9 signalpåverkan för att korrigera för den inverkan som dessa komponenter 21, 24 och 9 har då den femte testsignalen TS5 sänds över den femte signalvägen. Korrigeringen utförs genom att det vid beräkningar i signalbehandlingsenheten 91 och styrenheten 81 tas hänsyn till signalpåverkan från det digitala gränssnittet 9 och basbandsfiltren 21 och 24. Alternativt görs korrigeringen redan från början genom att korrigera den femte testsignalen TS5 för signalpåverkan från det digitala gränssnittet 9 och basbandsfiltren 21 och 24. I en föredragen utföringsform är signalbehandlingsenheten 91 anordnad att fouriertransformera den femte testsignalen TS5 och den femte svarssignalen RS5. Från fouriertransformerna fastställs mellanfrekvensfiltrets 22 karakteristik. Den uppmätta karakteristiken jämförs med de prestandakrav som är lagrade i minnesdelen 81b. Om mellanfrekvensfiltret 22 ej uppfyller de förutbestämda prestandakraven så är styrenheten 81 anordnad att justera mellanfrekvensfiltrets 22 karakteristik genom att ställa om en eller flera omkopplare mellanfrekvensfiltret 22. Denna procedur upprepas, om så behövs, tills dess att mellanfrekvensfiltret 22 erhållit acceptabla prestanda. Styrenheten 81 är anordnad att lagra den uppmätta karakteristiken hos mellanfrekvensfiltret 22 i minnesdelen 81b när mellanfrekvensfiltret 22 har erhållit acceptabla prestanda.

Vad som utgör de förutbestämda prestandakraven för mellanfrekvensfiltret 22 beror naturligtvis på transceiverns tilltänkta tillämpning och på specifikationen för transceivern som helhet. Exempelvis kan prestandakraven för basbandsfiltret 22 specificera en minsta tillåten dämpning för frekvenser från och med en frekvens motsvarande den dubbla frekvensen hos oscillatorsignalen LO i den första blandaren 15. 40 dB eller

däromkring är i många sammanhang ett lämpligt värde på den minsta tillåtna dämpningen.

När mellanfrekvensfiltret 22 är kalibrerat är styrenheten 81 anordnad att ställa omkopplaren 53 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 33 till en första ände av signalledaren 65. En andra ände av signalledaren 65 är ansluten till en kopplingspunkt 74 på signalledaren 41. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 33 i sändarkedjans 3 mellanfrekvenssteg till signalledaren 41 i mottagarkedjans 5 mellanfrekvenssteg. Härvidlag är de övriga omkopplarna 51-52 och 54-57 ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en sjätte signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den sjätte signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 11. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en sjätte testsignal TS6 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den sjätte signalvägen. Den sjätte testsignalen TS6 har samma egenskaper som den femte testsignalen TS5. Då den sjätte testsignalen TS6 sänds över den sjätte signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten, via A/D-omvandlaren 13, en sjätte svarssignal RS6 svarande mot den sjätte testsignalen TS6. Mellanfrekvensfiltret 25 i mottagarkedjan 5 kalibreras genom att den sjätte testsignalen TS6 och den sjätte svarssignalen jämförs. Kalibreringen av mellanfrekvensfiltret 25 i mottagarkedjan 5 tillgår i övrigt på ett motsvarande sätt som kalibreringen av mellanfrekvensfiltret 22 i sändarkedjan 3. När mellanfrekvensfiltret 25 är kalibrerat så är styrenheten 81 anordnad att lagra mellanfrekvensfiltrets 25 uppmätta karakteristik i minnesdelen 81b.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av den andra blandaren 16 och den fjärde blandaren 18. Den andra blandarens 16 konstruktion motsvarar huvudsakligen konstruktionen hos den första blandaren 15. Den fjärde blandarens 18 konstruktion motsvarar huvudsakligen konstruktionen hos den tredje blandaren

17. Oscillatorsignalerna LO som utnyttjas i den andra blandaren 16 och den tredje blandaren 18 är avpassade för frekvenstransponering mellan mellanfrekvensområdet och ett förutbestämt radiofrekvensområde. Omkopplaren 55 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 35 till en första ände av signalledaren 66. En andra ände av signalledaren 66 är ansluten till en kopplingspunkt 75 på signalledaren 42. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 35 i sändarkedjans 3 radiofrekvenssteg till signalledaren 42 i mottagarkedjans radiofrekvenssteg. De övriga omkopplarna 51-54 och 56-57 är härvidlag ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en sjunde signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den sjunde signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 12. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en sjunde testsignal TS7 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den sjunde signalvägen. Då den sjunde testsignalen TS7 sänds över den sjunde signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91 en sjunde svarssignal RS7 svarande mot den sjunde testsignalen TS7. Den sjunde testsignalen TS7 har samma egenskaper som den fjärde testsignalen TS4, och kalibreringen av den andra och den fjärde blandaren 16 och 18 tillgår i övrigt på ett motsvarande sätt som kalibreringen av den första och den tredje blandaren 15 och 17, vilken har beskrivits ingående tidigare.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av radiofrekvensfiltren 23 och 26. Avsikten med dessa filter är huvudsakligen att filtrera bort harmoner från blandarna 16 och 18. Radiofrekvensfiltren 23 och 26 är i en föredragen utföringsform konstruerade på ett liknande sätt som basbandsfiltret 21 i figur 4. I minnesdelen 81b är lagrat data som beskriver de prestandakrav som ställs på radiofrekvensfiltren 23 och 26. Vad som utgör de förutbestämda prestandakraven för radiofrekvens-

filtren 23 och 26 beror naturligtvis på transceiverns tilltänkta tillämpning och på specifikationen för transceivern som helhet. Exempelvis kan prestandakraven för radiofrekvensfiltren 23 och 26 specificera i vilken omfattning som harmonerna skall
5 undertryckas. En dämpning av harmonerna på 30 dB eller däromkring är i många sammanhang ett lämpligt.

Omkopplaren 56 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 36 till en första ände av signalledaren 67. En andra ände av signalledaren 67 är
10 ansluten till kopplingspunkten 75 på signalledaren 42. Således upprättas en signalförbindelse mellan signalledaren 36 i sändarkedjans 3 mellanfrekvenssteg och signalledaren 42 i mottagarkedjans 5 mellanfrekvenssteg. Härvidlag är de övriga omkopplarna 51-55 och 57 ställda i sina normallägen. Därmed
15 erhålls en åttonde signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den åttonde signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 13. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en åttonde testsignal TS8 efter D/A-omvandling i det
20 digitala gränssnittet 9 sänds över den åttonde signalvägen. Den åttonde testsignalen TS8 är en flerfrekvenssignal som innefattar frekvenser i basbandsområdet. I en föredragen utföringsform är den åttonde testsignalen TS8 ett frekvenssvep. Det är vidare föredraget att den åttonde testsignalen TS8 innefattar endast en
25 I-komponent eller, alternativt, endast en Q-komponent. På så vis påverkas inte kalibreringen av eventuella fas- och amplitudskillnader mellan I- och Q-kanal. Då den åttonde testsignalen TS8 sänds över den åttonde signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en åttonde
30 svarssignal RS8 svarande mot den åttonde testsignalen TS8. Styrenheten 81 och signalbehandlingsenheten 91 är anordnade att kartlägga radiofrekvensfiltrets 23 karakteristik genom att jämföra den åttonde testsignalen TS8 med den åttonde svarssignalen RS8. Härvidlag utnyttjas den i minnesdelen 81b

lagrade informationen över karakteristiken hos basbandsfiltren 21 och 24 och mellanfrekvensfiltren 22 och 25 samt informationen om det digitala gränssnittets 9 signalpåverkan för att korrigera för den inverkan som dessa komponenter 21, 24, 22, 25 och 9 har
5 då den åttonde testsignalen TS8 sänds över den åttonde signalvägen. Korrigeringen utförs genom att det vid beräkningar i signalbehandlingsenheten 91 och styrenheten 81 tas hänsyn till signalpåverkan från det digitala gränssnittet 9, basbandsfiltren 21 och 24 och mellanfrekvensfiltren 22 och 25. Alternativt görs
10 korrigeringen redan från början genom att korrigera den åttonde testsignalen TS8 för signalpåverkan från det digitala gränssnittet 9, basbandsfiltren 21 och 24 och mellanfrekvensfiltren 22 och 25. I en föredragen utföringsform är signalbehandlingsenheten 91 anordnad att fouriertransformera den
15 åttonde testsignalen TS8 och den åttonde svarssignalen RS8. Från fouriertransformerna fastställs radiofrekvensfiltrets 23 karakteristika. Den uppmätta karakteristiken jämförs med de prestandakrav som är lagrade i minnesdelen 81b. Om radiofrekvensfiltret 23 ej uppfyller de förutbestämda
20 prestandakraven så är styrenheten 81 anordnad att justera radiofrekvensfiltrets 23 karakteristika genom att ställa om en eller flera omkopplare i radiofrekvensfiltret 23. Denna procedur upprepas, om så behövs, tills dess att radiofrekvensfiltret 23 erhållit acceptabla prestanda. Styrenheten 81 är anordnad att
25 lagra den uppmätta karakteristiken hos radiofrekvensfiltret 23 i minnesdelen 81b när radiofrekvensfiltret 23 har erhållit acceptabla prestanda.

När radiofrekvensfiltret 23 är kalibrerat är styrenheten 81 anordnad att ställa omkopplaren 55 i ett läge vid vilket det
30 sker en omkoppling från signalledaren 35 till en första ände av signalledaren 68. En andra ände av signalledaren 68 är ansluten till en kopplingspunkt 76 på signalledaren 43. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 35 i sändarkedjans 3 radiofrekvenssteg till signalledaren 43 i mottagarkedjans 5

radiofrekvenssteg. Härvidlag är de övriga omkopplarna 51-54 och 56-57 ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en nionde signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den nionde signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 14. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en nionde testsignal TS9 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den nionde signalvägen. Den nionde testsignalen TS9 har samma egenskaper som den åttonde testsignalen TS8. Då den nionde testsignalen TS9 sänds över den nionde signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten, via A/D-omvandlaren 13, en nionde svarssignal RS9 svarande mot den nionde testsignalen TS9. Radiofrekvensfiltret 26 i mottagarkedjan 5 kalibreras genom att den nionde testsignalen TS9 och den nionde svarssignalen RS9 jämförs. Kalibreringen av radiofrekvensfiltret 26 i mottagarkedjan 5 tillgår härvidlag på ett motsvarande sätt som kalibreringen av radiofrekvensfiltret 23 i sändarkedjan 3. När radiofrekvensfiltret 26 är kalibrerat så är styrenheten 81 anordnad att lagra radiofrekvensfiltrets 26 uppmätta karakteristisk i minnesdelen 81b.

Förfarandet fortsätter med kalibrering av sändarförstärkaren 45. Omkopplaren 57 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket det sker en omkoppling från signalledaren 37 till en första ände av signalledaren 69. En andra ände av signalledaren 69 är härvidlag ansluten till kopplingspunkten 76 på signalledaren 43. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 37 i sändarkedjans 3 radiofrekvenssteg till signalledaren 43 i mottagarkedjans 5 radiofrekvenssteg. Härvidlag är de övriga omkopplarna 51-56 i transceivern ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en tionde signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den tionde signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 15. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att på kommando från styrenheten 81 generera en tionde testsignal TS10 som efter D/A-

omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den tionde
signalvägen. Ett effektspektrum till den tionde testsignalen
TS10 framgår av ett diagram i figur 16a. Den tionde testsignalen
TS10 innefattar en första frekvenskomponent 161 med en frekvens
5 fa samt en andra frekvenskomponent 163 med en frekvens fb.
Frekvenserna fa och fb är skilda från varandra men är båda i
basbandsområdet. Då den tionde testsignalen TS10 sänds över den
tionde signalvägen så mottager signalbehandlingsenheten 91, via
A/D-omvandlaren 13, en tionde svarssignal RS10 svarande mot den
10 tionde testsignalen TS10. Ett effektspektrum till den tionde
svarssignalen RS10 framgår av ett diagram i figur 16b. Den
tionde svarssignalen RS10 innefattar en första frekvenskomponent
165, som motsvarar den första frekvenskomponenten 161 hos den
tionde testsignalen TS10, och en andra frekvenskomponent 167,
15 som motsvarar den andra frekvenskomponenten 163 hos den tionde
testsignalen TS10. Den tionde svarssignalen RS10 innefattar även
intermodulationsprodukter orsakade av icke-linjäriteter hos
sändarförstärkaren 45. Av det i figur 15b visade exemplet
framgår en första intermodulationsprodukt 169 vid frekvensen
20 2fa-fb och en andra intermodulationsprodukt 171 vid frekvensen
2fb-fa. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att
fouriertransformera den tionde testsignalen TS10 och den tionde
svarssignalen RS10. Signalbehandlingsenheten 91 och styrenheten
81 är vidare anordnade att utifrån fouriertransformerna bestämma
25 intermodulationsprodukternas 169 och 171 storlek. I minnesdelen
81b är lagrat data som anger gränsvärden för hur stora
intermodulationsprodukterna 169 och 171 får vara. Om de uppmätta
intermodulationsprodukterna 169 och 171 överstiger gränsvärdena
så är styrenheten 81 anordnad att justera linjäriteten hos
30 sändarförstärkaren 45 till dess att de uppmätta
intermodulationsprodukterna 169 och 171 fås att understiga
gränsvärdena. I föredragen utföringsform är styrenheten 81 an-
ordnad att justera linjäriteten hos sändarförstärkaren 45 genom
att styra strömtillförseln till sändarförstärkaren 45. Alterna-
35 tivt justeras linjäriteten hos sändarförstärkaren 45 på något

annat sätt, exempelvis genom att justera sändarförstärkarens 45 ingångsimpedans.

Förfarandet avslutas med kalibrering av mottagarförstärkaren 47. Omkopplaren 56 ställs av styrenheten 81 i ett läge vid vilket
5 det sker en omkoppling från signalledaren 36 till en första ände av signalledaren 70. En andra ände av signalledaren 70 är ansluten till en kopplingspunkt på signalledaren 44. Således upprättas en signalförbindelse från signalledaren 36 sändar-
10 kedjans 3 radiofrekvenssteg till signalledaren 44 i mottagar-
kedjans 5 radiofrekvenssteg. De övriga omkopplarna 51-55 och 57 är härvidlag ställda i sina normallägen. Därmed erhålls en elfte signalväg från sändarkedjans 3 basbandssteg till mottagarkedjans 5 basbandssteg. Den elfte signalvägen indikeras med streckade linjer i figur 17. Signalbehandlingsenheten 91 är anordnad att
15 på kommando från styrenheten 81 generera en elfte testsignal TS11 som efter D/A-omvandling i det digitala gränssnittet 9 sänds över den elfte signalvägen. Då den elfte testsignalen TS11 sänds över den elfte signalvägen så mottager signalbehandlings-
enheten 91, via A/D-omvandlaren 13, en elfte svarssignal RS11
20 svarande mot den elfte testsignalen TS11. Den elfte testsignalen TS11 har samma egenskaper som den tionde testsignalen TS10, och kalibreringen av mottagarförstärkaren 47 tillgår på ett motsvarande sätt som kalibreringen av sändarförstärkaren, vilken har beskrivits ingående ovan.

25 Sammanfattningsvis tillgår den ovan beskrivna kalibreringen något förenklat enligt det följande. Vid kalibreringen styrs omkopplarna 51-57 av styrenheten 81 så att signalledarna 60-70 successivt kopplas in på ett förutbestämt sätt. Således upprättas en följd av signalförbindelser mellan sändarkedjan 3
30 och mottagarkedjan 5. Därigenom erhålls en motsvarande följd av signalvägar från basbandssteget i sändarkedjan 3 till basbandssteget i mottagarkedjan 5. Varje sådan signalväg innefattar åtminstone en specifik komponent som skall kalibreras med utnyttjande den upprättade signalvägen, varvid eventuella

- ytterligare komponenter i signalvägen redan är kalibrerade med utnyttjande av tidigare upprättade signalvägar. Vid kalibrering av komponenterna sänds förutbestämda testsignaler TS1-TS11 över signalvägarna, varvid svarssignaler RS1-RS11 mottags vid
- 5 mottagarkedjans 5 basbandssteg som svar på de sända test-signalerna TS1-TS11. Utifrån testsignalerna TS1-TS11 och svars-signalerna RS1-RS11 avgörs det om komponenterna i transceivern uppfyller de förutbestämda prestandakraven, varvid komponenterna justeras i de fall då de inte uppfyller prestandakraven.
- 10 Kalibreringen enligt uppfinningen har ovan illustrerats i samband med en transceiverkrets med tre frekvenssteg (basband, mellanfrekvens och radiofrekvens). Uppfinningen är dock inte begränsad till just detta antal frekvenssteg utan alternativt kalibreras transceivrar med färre eller fler frekvenssteg enligt
- 15 uppfinningen.

- I figur 18 visas ett blockschema av en krets 1.1 med en transceiver. Kretsen 1.1 är i stora stycken identisk med kretsen 1 i figur 1. De särdrag hos kretsen 1.1 som motsvarar särdrag hos kretsen 1 har därför, för enkelhets skull, givits samma
- 20 referensbeteckningar som de motsvarande särdragen i figur 1. Den huvudsakliga skillnaden mellan kretsen 1.1 och kretsen 1 är att mellanfrekvensstegen hos transceivern har utelämnats i kretsen 1.1, och således innefattar transceivern i figur 18 endast basbandssteg och radiofrekvenssteg. Transceivern hos kretsen 1.1
- 25 innefattar endast två blandare 15.1 och 17.1 vilka är anordnade för frekvenstransponering mellan basbandsstegen och radiofrekvensstegen hos transceivern i kretsen 1.1. Blandarna 15.1 och 17.1 är lämpligen konstruerade på motsvarande sätt som blandarna 15 och 17 i figurerna 5 och 6, men hos blandarna 15.1
- 30 och 17.1 är naturligtvis oscillatorsignalernas LO frekvenser är avpassade för frekvenstransponering mellan basbandsstegen och radiofrekvensstegen hos transceivern i kretsen 1.1.

Kalibreringen av transceivern i kretsen 1.1 tillgår på ett motsvarande sätt som kalibreringen av transceivern i kretsen 1.

Kalibreringen enligt uppfinningen kan göras vid tillverkning av transceivern eller efter det att transceivern installerats för användning. Det senare fallet har den fördelen att transceivern
5 hela tiden kan hållas kalibrerad oavsett temperaturförändringar och annan påverkan på transceivern.



PATENTKRAV

1. Förfarande för kalibrering av komponenter i en transceiver med en sändarkedja (3) och en mottagarkedja (5) vilka innefattar
5 ett förutbestämt antal frekvenssteg samt organ (15-18;15.1,17.1) för frekvenstransponering mellan frekvensstegen, k ä n n e - t e c k n a t av:

successivt upprättande av en följd av signalförbindelser (60-70) mellan frekvensstegen i sändarkedjan (3) och de
10 motsvarande frekvensstegen i mottagarkedjan (5) så att därigenom en följd av signalvägar från ett basbandssteg i sändarkedjan (3) till ett basbandssteg i mottagarkedjan (5) erhålls där varje signalväg skiljer sig från de föregående genom att den innefattar en eller fler specifika komponenter vilka skall
15 kalibreras och vilka ej innefattades i någon av de föregående signalvägarna;

sändande av förutbestämda testsignaler (TS1-TS11) över var och en av signalvägarna;

mottagande av svarssignaler (RS1-RS11) svarande mot de sända
20 testsignalerna (TS1-TS11);

avgörande huruvida den eller de för varje signalväg specifika komponenternas prestanda är acceptabla eller ej i beroende av testsignalerna (TS1-TS11) och svarssignalerna (RS1-RS11); och

25 om det avgörs att prestanda ej är acceptabla,

justering av den eller de specifika komponenterna så att acceptabla prestanda erhålls.

2. Förfarande enligt krav 1, där ett digitalt gränssnitt (9) är
30 anslutet till transceiverns basbandssteg, och där förfarandet inleds med kartläggning av det digitala gränssnittets (9) signalpåverkan.

3. Förfarande enligt något av kraven 1 eller 2, där transceivern innefattar åtminstone ett filter (21-26) som utgör den specifika komponenten i en av signalvägarna.

5 4. Förfarande enligt krav 3, där testsignalen som utnyttjas vid kalibreringen av filtret (21-26) är en flerfrekvenssignal med ett förutbestämt frekvensomfång.

10 5. Förfarande enligt krav 4, där flerfrekvenssignalen är ett frekvenssvep.

15 6. Förfarande enligt något av kraven 4 eller 5, där flerfrekvenssignalen innefattar endast en I-komponent eller endast en Q-komponent.

20 7. Förfarande enligt något av kraven 1 till 6, där transceivern innefattar åtminstone ett första par sidbandsundertryckande blandare (15,17;16,18;15.1,17.1) vilka utgör de specifika komponenterna i en av signalvägarna, där förfarandet innefattar omställning av åtminstone en av blandarna så att den associerade svarsignalen uppvisar oönskade sidband (151), och där justeringen av det första paret sidbandsundertryckande blandare inbegriper att dessa justeras så att de oönskade sidbanden (151) undertrycks i förutbestämd omfattning.

25 8. Förfarande enligt krav 7, där testsignalen som utnyttjas vid kalibreringen av det första paret sidbandsundertryckande blandare (15,17;16,18;15.1,17.1) är en enfrekvenssignal.

30 9. Förfarande enligt något av kraven 1 till och med 8, där transceivern innefattar åtminstone en förstärkare (45,47) vilken utgör den specifika komponenten i en av signalvägarna, där testsignalen som används vid kalibrering av förstärkaren innefattar minst två frekvenskomponenter (161,163), varvid
35 intermodulationsprodukter (169,171) till frekvenskomponenterna

(161,163) identifieras utifrån den motsvarande svarssignalen, och där justeringen av förstärkaren (45,47) inbegriper att förstärkarens linjäritet justeras så att de identifierade intermodulationsprodukterna (169,171) understiger förutbestämda gränsvärden.

10. Förfarande enligt krav 9, där förstärkarens (45,47) linjäritet justeras genom styrning av strömtillförseln till förstärkaren.

11. Förfarande enligt krav 9, där förstärkarens (45,47) linjäritet justeras genom styrning av en ingångsimpedans hos förstärkaren.

12. Transceiverkrets, innefattande:

en sändarkedja (3) och en mottagarkedja (5) vilka innefattar ett förutbestämt antal frekvenssteg samt organ (15-18;15.1,17.1) för frekvenstransponering mellan frekvensstegen, k ä n n e - t e c k n a d av:

organ (51-57) för successivt upprättande av en följd av signalförbindelser (60-70) mellan frekvensstegen i sändarkedjan (3) och de motsvarande frekvensstegen i mottagarkedjan (5) så att därigenom en följd av signalvägar från ett basbandssteg i sändarkedjan (3) till ett basbandssteg i mottagarkedjan (5) erhålls där varje signalväg skiljer sig från de föregående genom att den innefattar en eller fler specifika komponenter vilka ej innefattades in någon av de föregående signalvägarna.

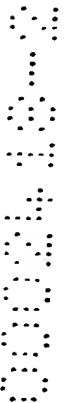
13. Transceiverkrets enligt krav 12, vidare innefattande:

organ (91) för sändande av förutbestämda testsignaler över var och en av signalvägarna;

organ (91) för mottagande av svarssignaler svarande mot de sända testsignalerna;

organ (81) för avgörande av huruvida den eller de för varje signalväg specifika komponenternas prestanda är acceptabla eller ej i beroende av testsignalerna och svarssignalerna; och

- organ (81,85,87) för justering av den eller de specifika
5 komponenterna så att acceptabla prestanda erhålls, om det avgörs
att prestanda ej är acceptabla.



SAMMANDRAG

Uppfinningen hänför sig till området förfaranden och anordningar vid transceivrar. Uppfinning avser att göra användandet av transceivrar enklare och billigare. Detta uppnås genom ett

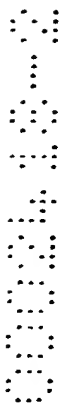
5 förbättrat förfarande för kalibrering av transceivrar samt genom transceivrar som kan kalibreras i enlighet med förfarandet. En följd av signalförbindelser (60-70) upprättas mellan en sändarkedja (3) och en mottagarkedja (5) i en transceiver. En motsvarande följd av signalvägar från ett basbandssteg i

10 sändarkedjan till ett basbandssteg i mottagarkedjan erhålls. Varje signalväg innefattar åtminstone en specifik komponent som skall kalibreras med utnyttjande den upprättade signalvägen, varvid eventuella ytterligare komponenter i signalvägen redan är kalibrerade med utnyttjande av tidigare upprättade signalvägar.

15 Vid kalibrering av komponenterna sänds förutbestämda testsignaler (TS1-TS11) över signalvägarna, varvid svarssignaler (RS1-RS11) mottags som svar på de sända testsignalerna. Utifrån testsignalerna och svarssignalerna avgörs det om komponenterna i transceivern uppfyller förutbestämda prestandakrav, varvid

20 komponenterna justeras i de fall då de inte uppfyller prestandakraven.

Publiceringsfigur: Figur 1.



1/16

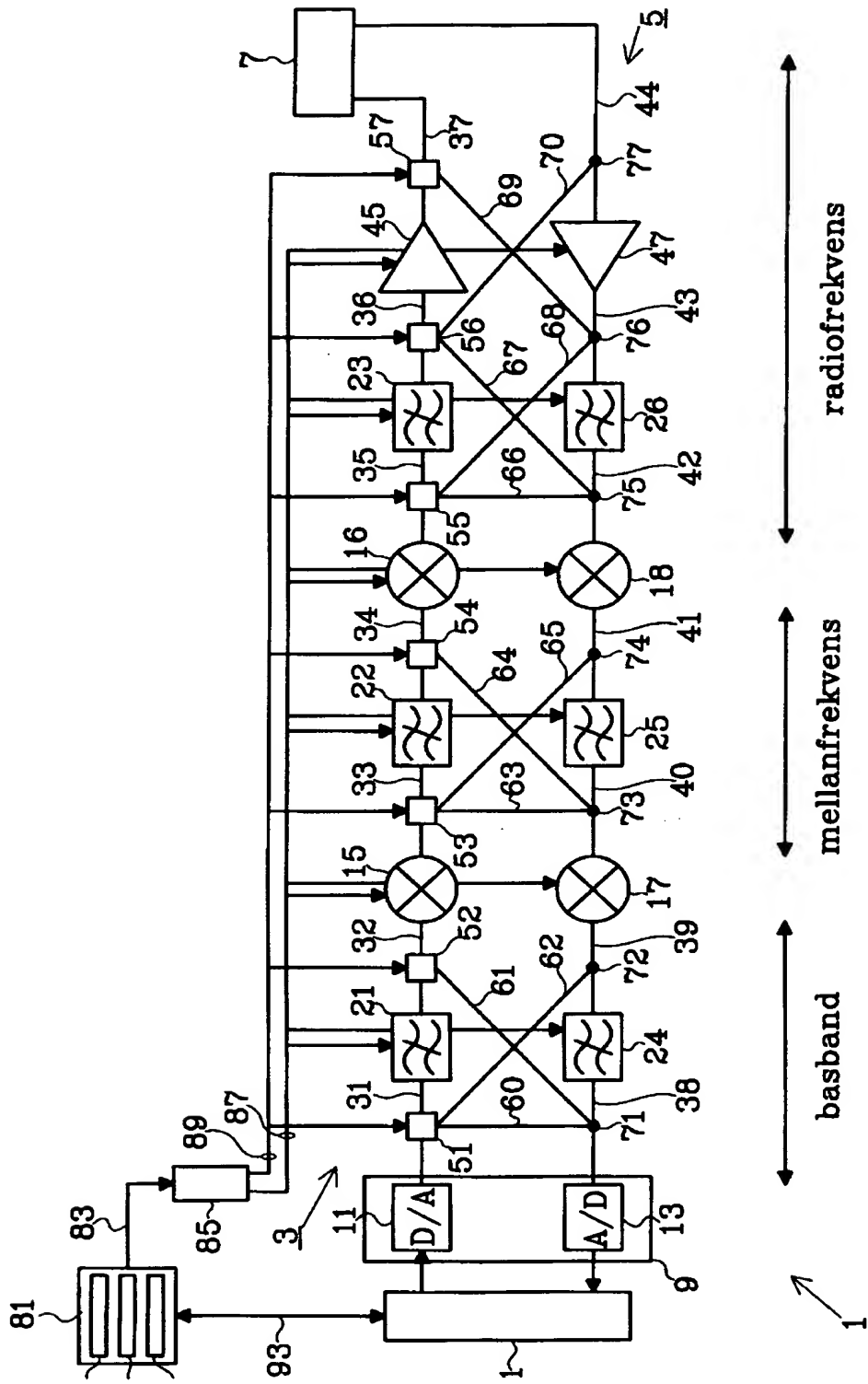


Fig. 1

2/16

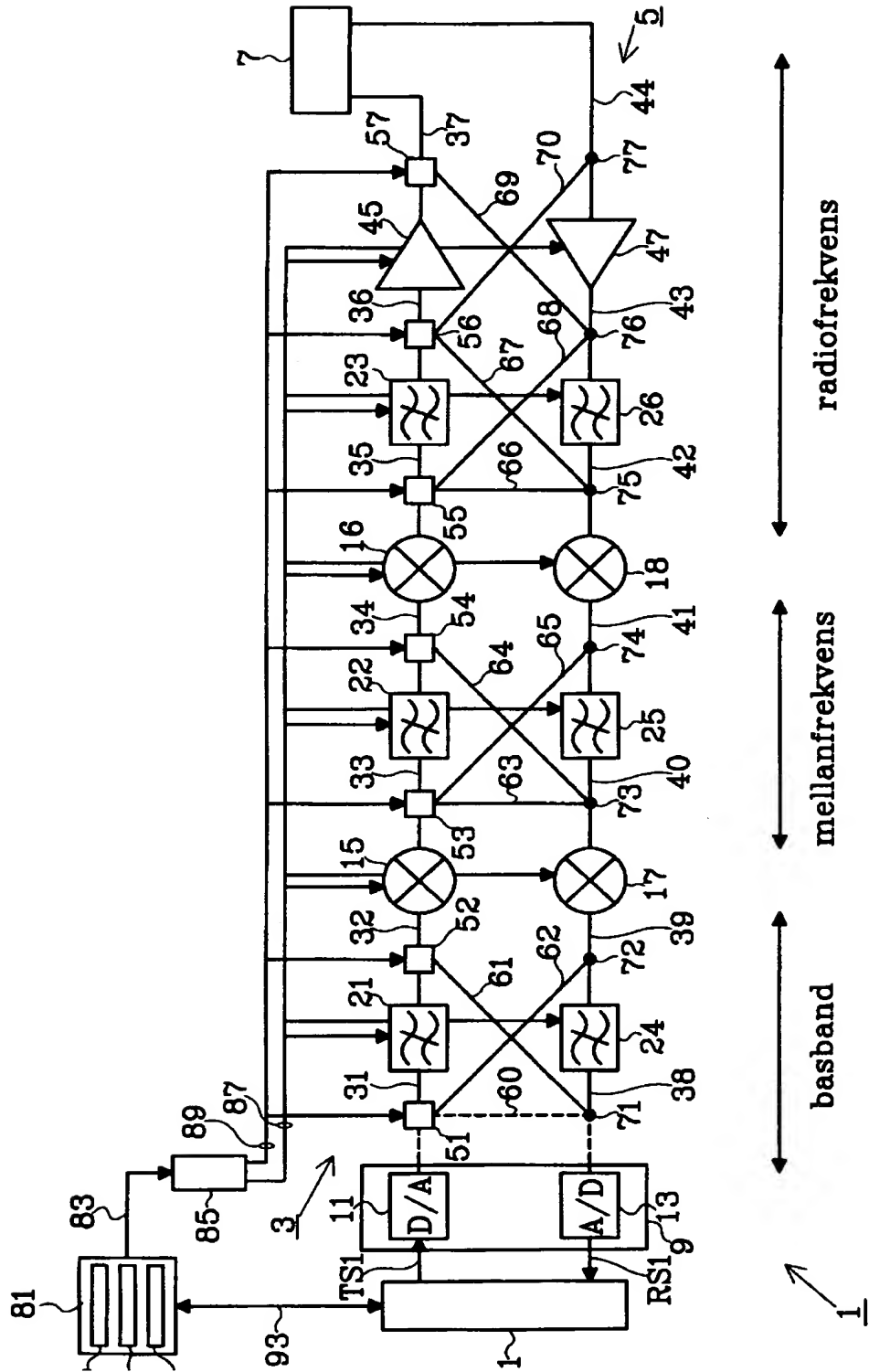


Fig. 2

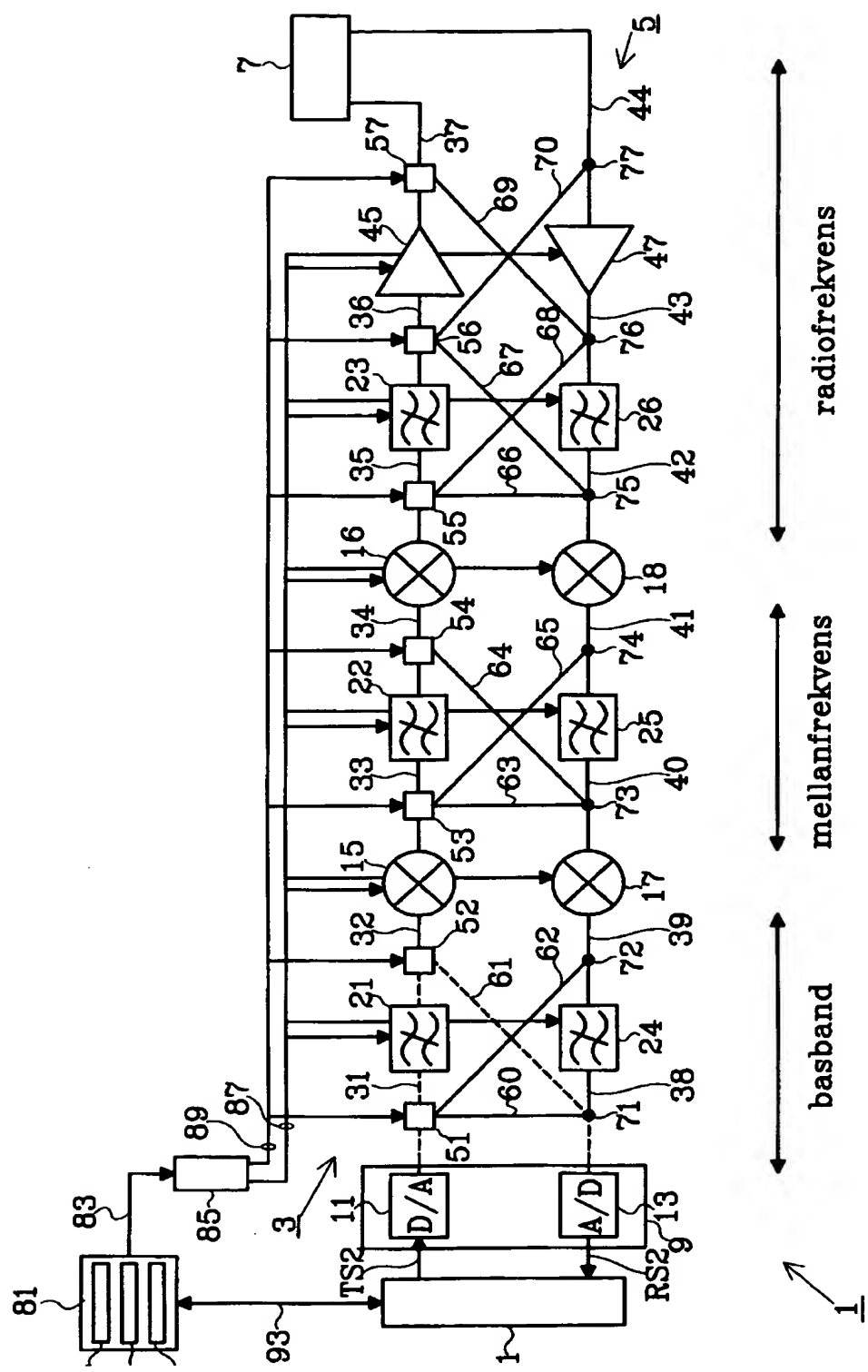
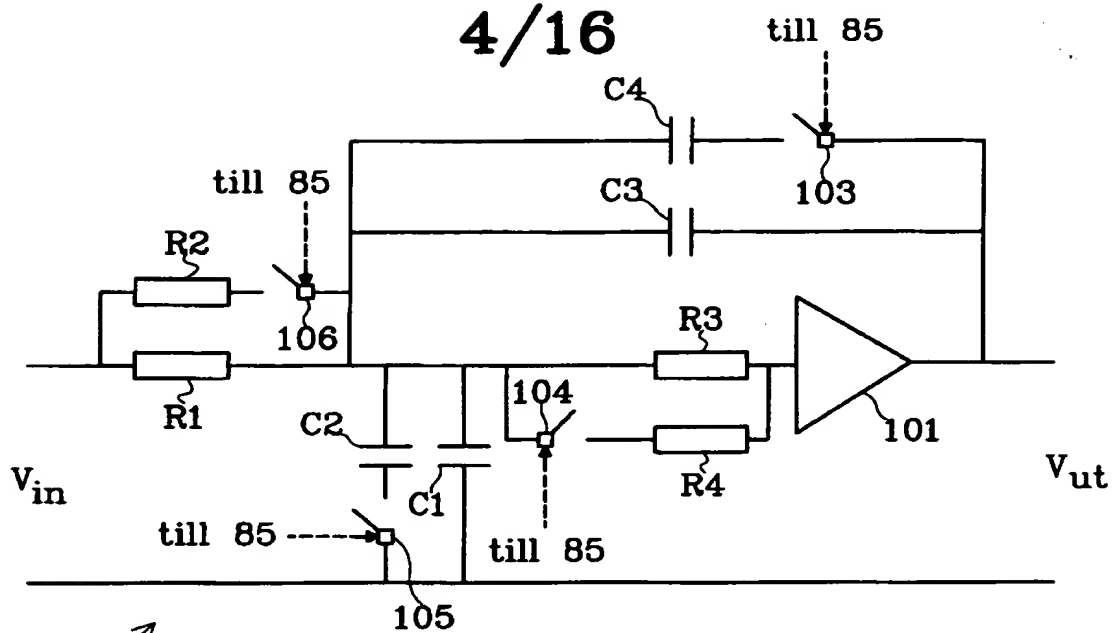


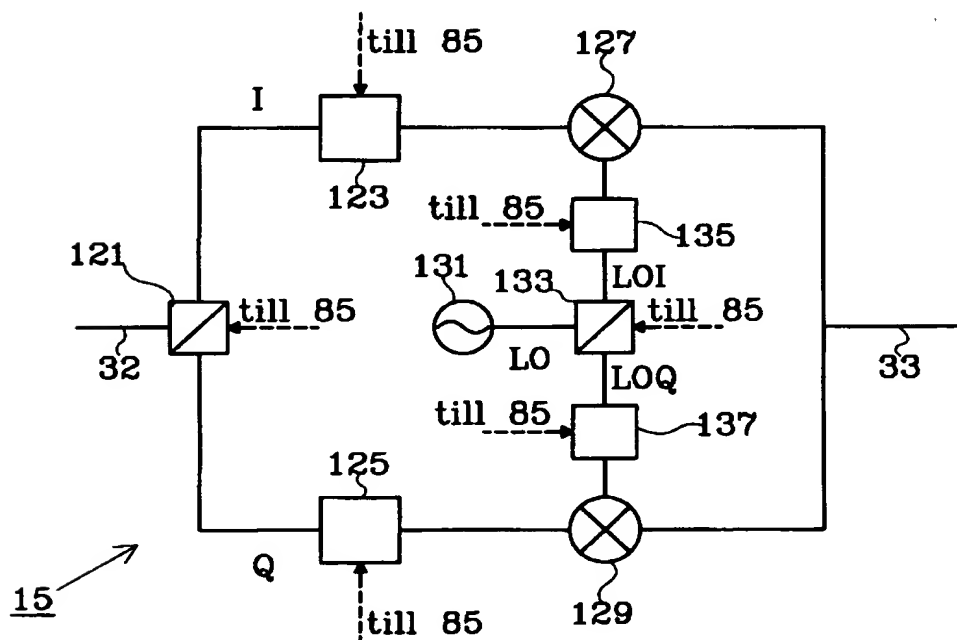
Fig. 3

4/16



21

Fig. 4



15

Fig. 5

5/16

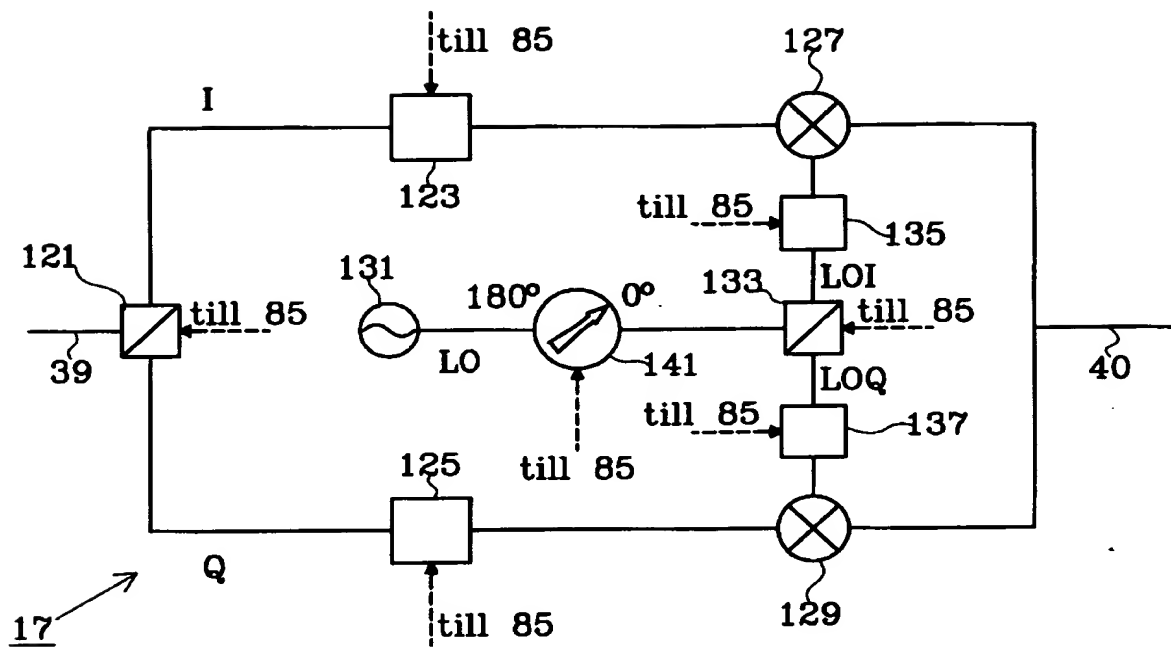


Fig. 6

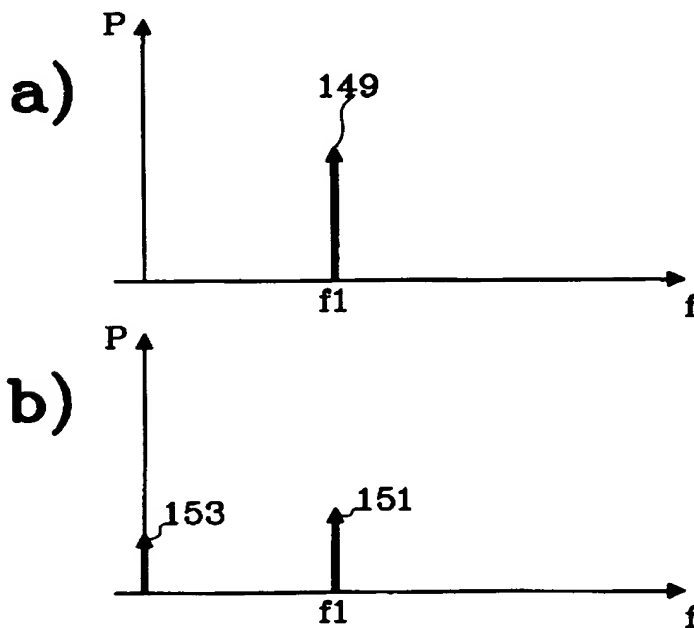


Fig 7(a-b)

6/16

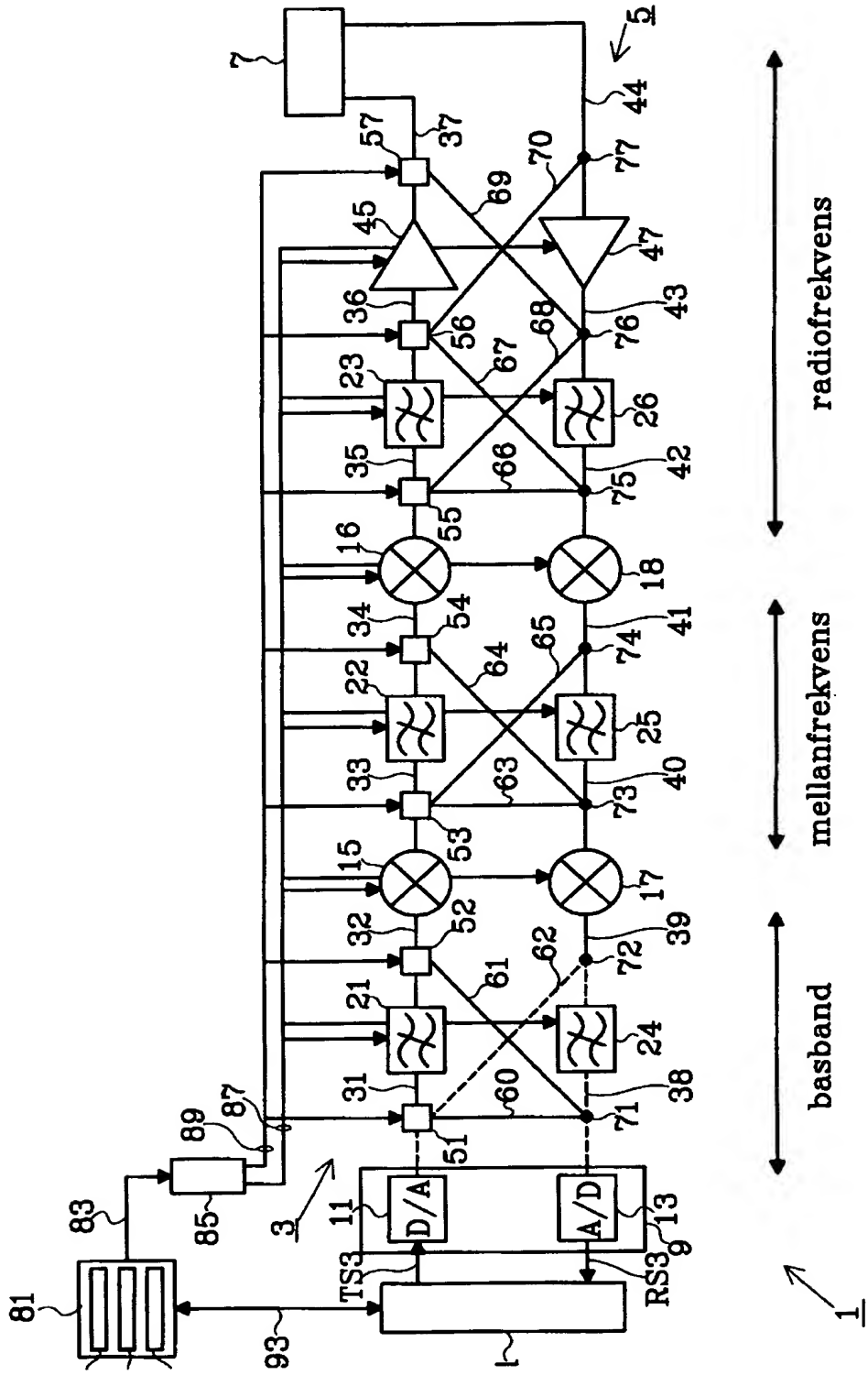


Fig. 8

7/16

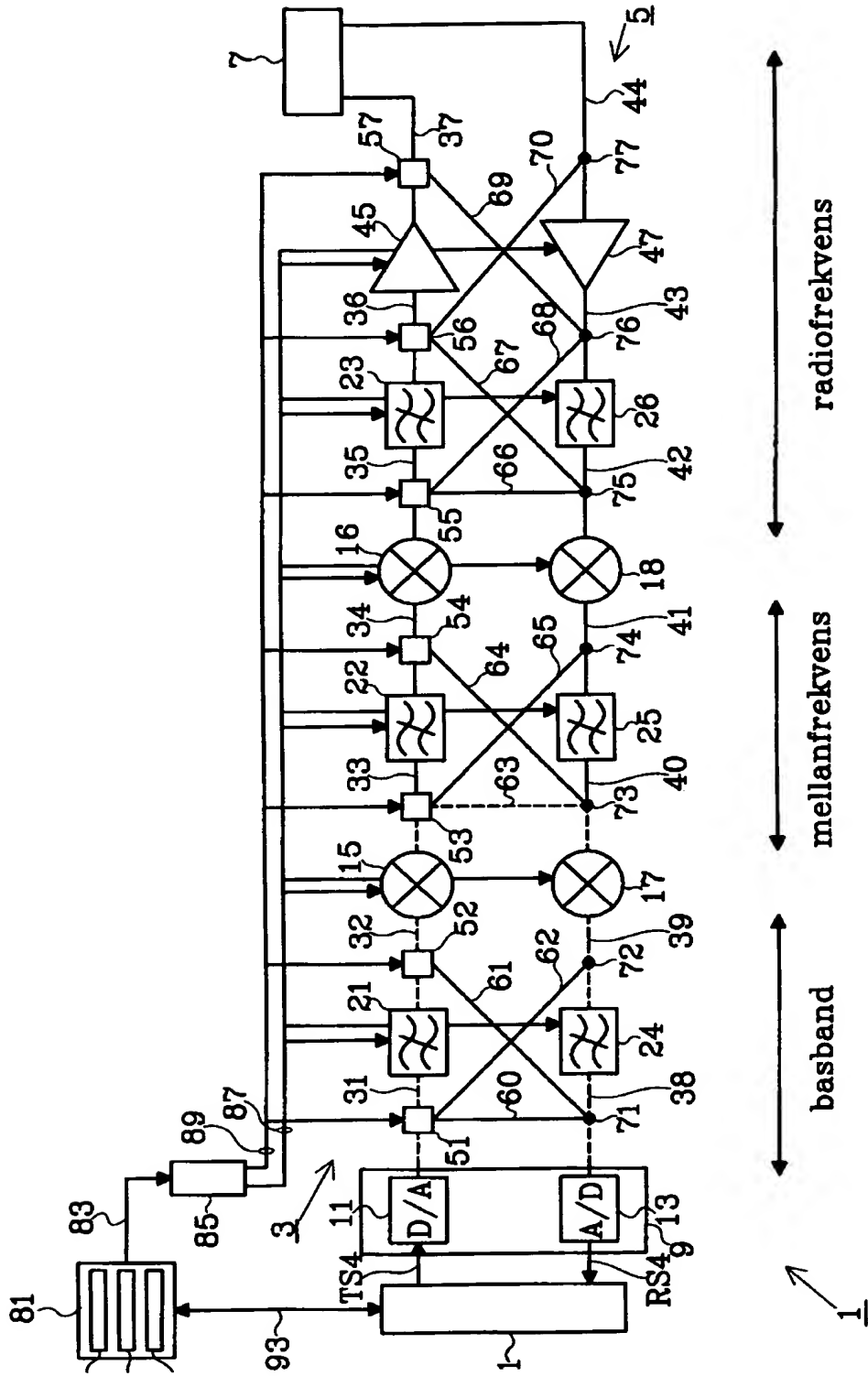


Fig. 9

8/16

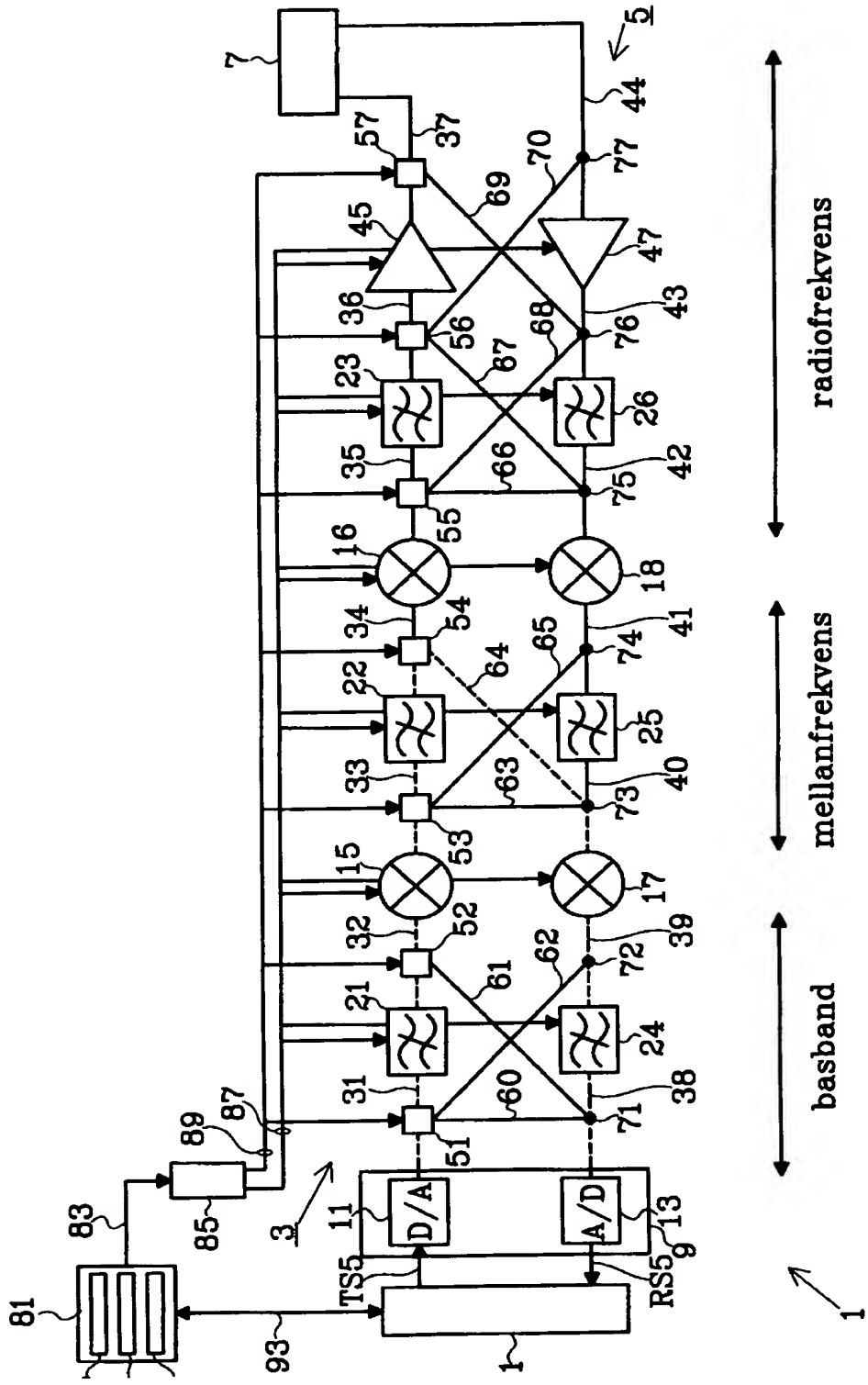


Fig. 10

9/16

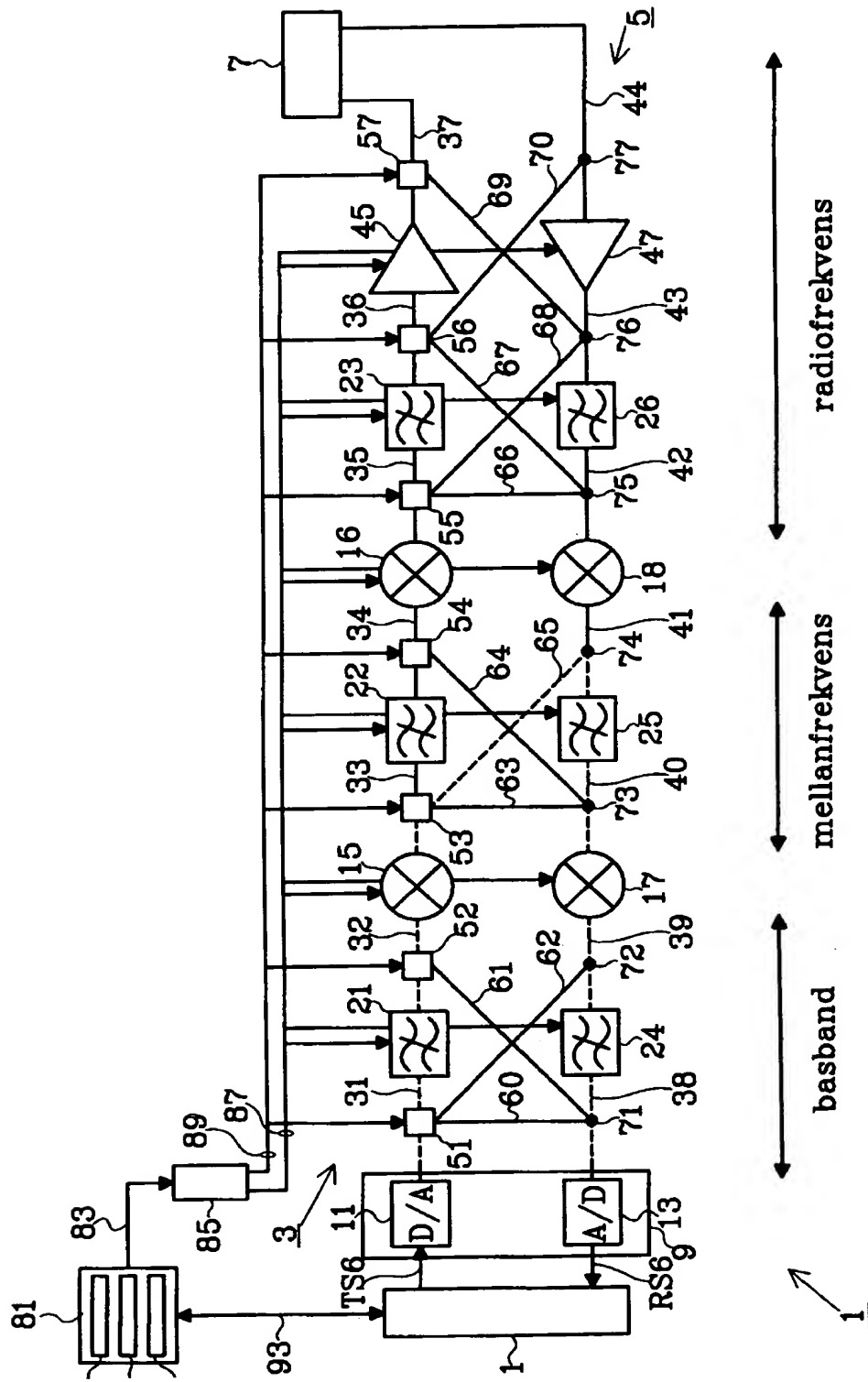


Fig. 11

10/16

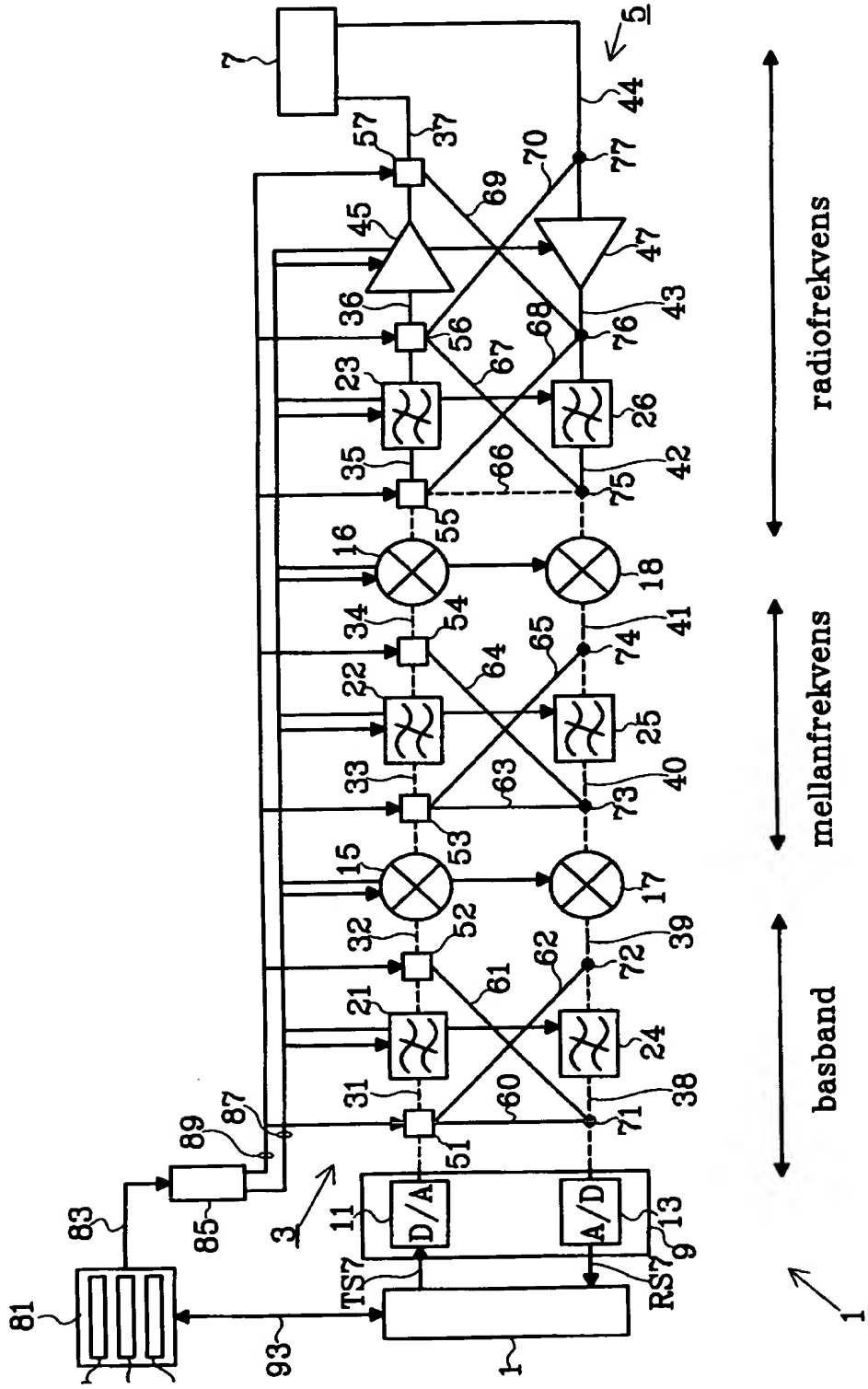


Fig. 12

11/16

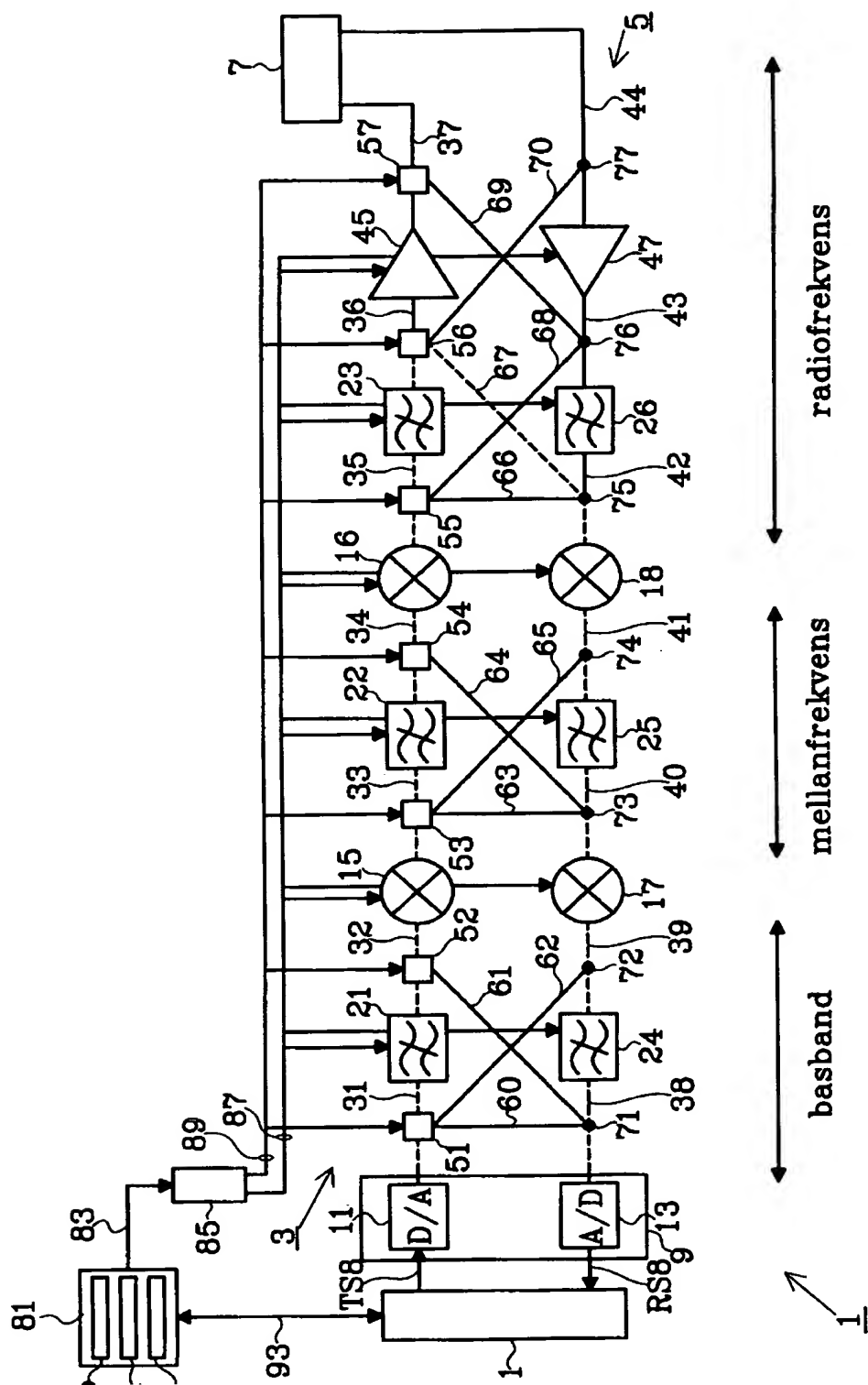


Fig. 13

12/16

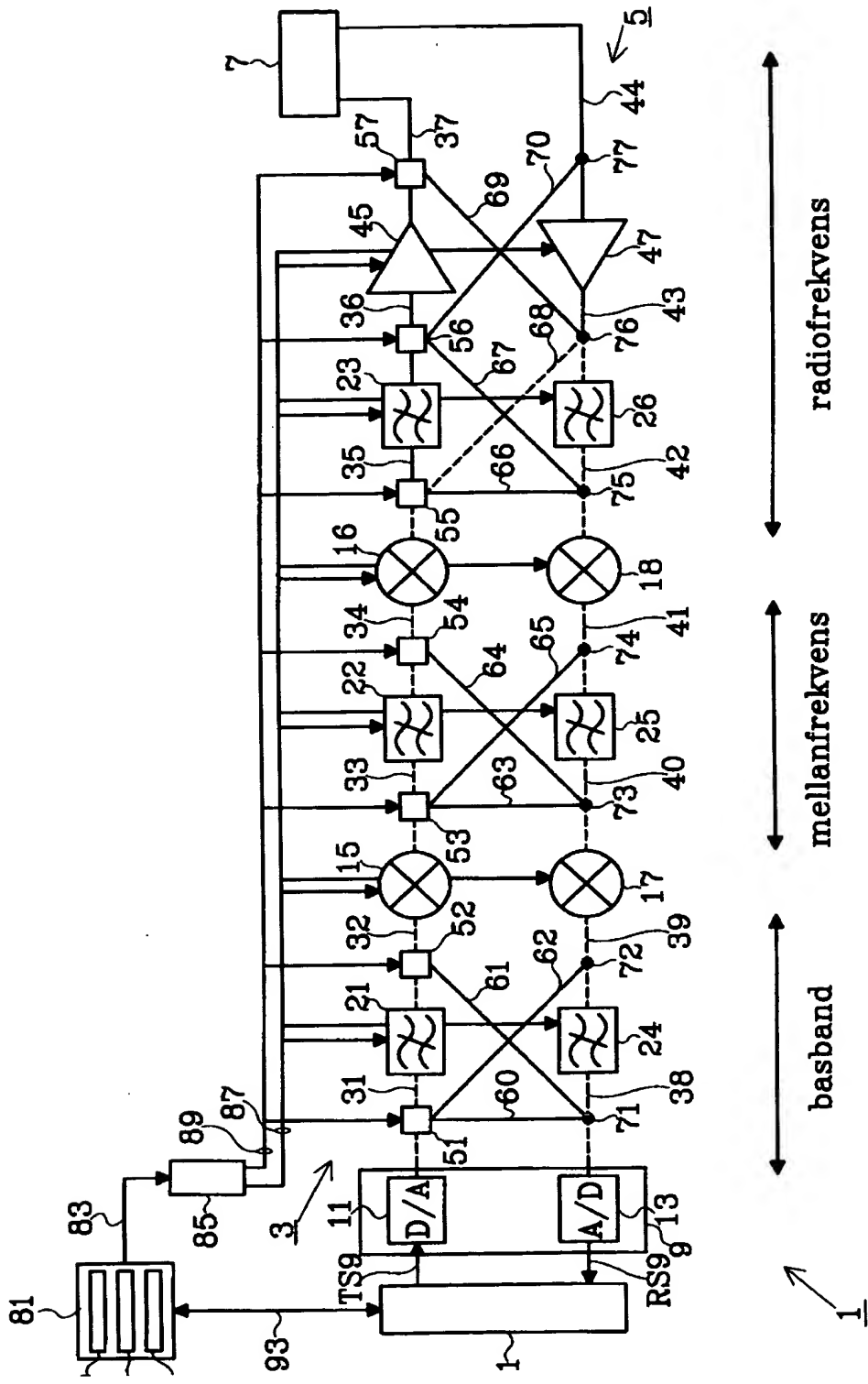


Fig. 14

13/16

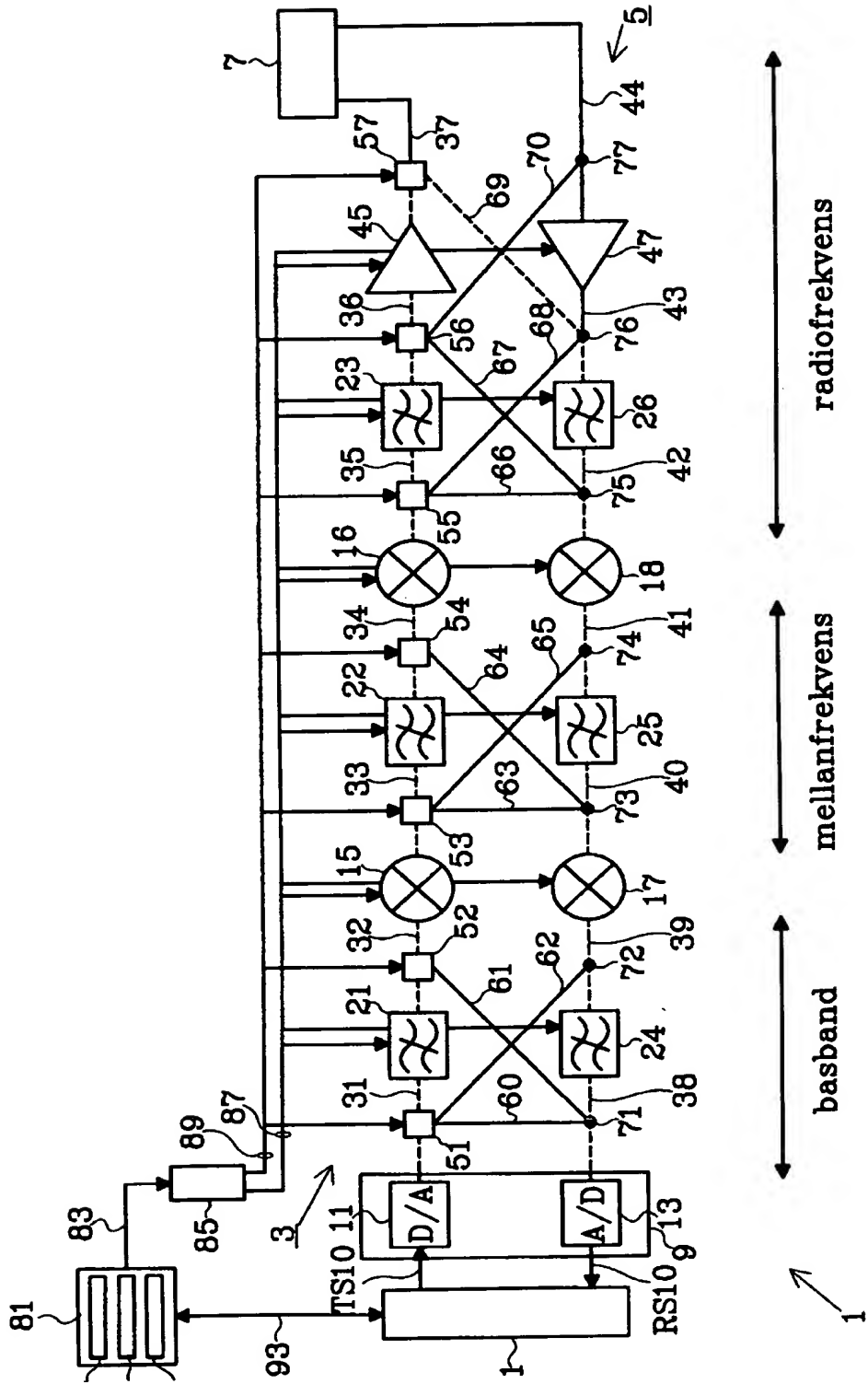


Fig. 15

14/16

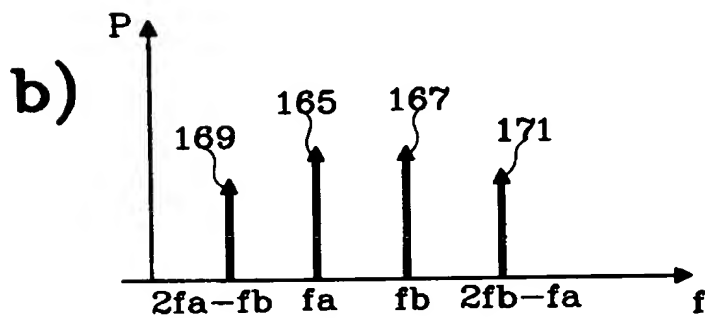
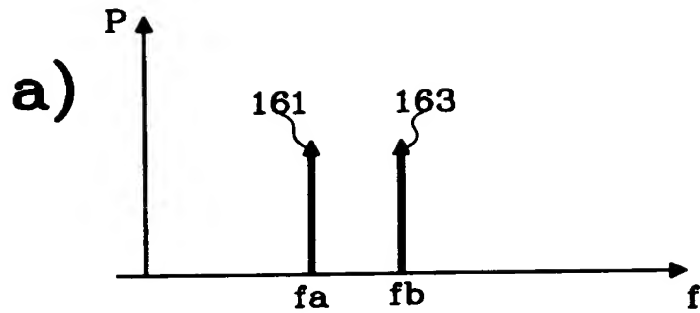


Fig. 16(a-b)

15/16

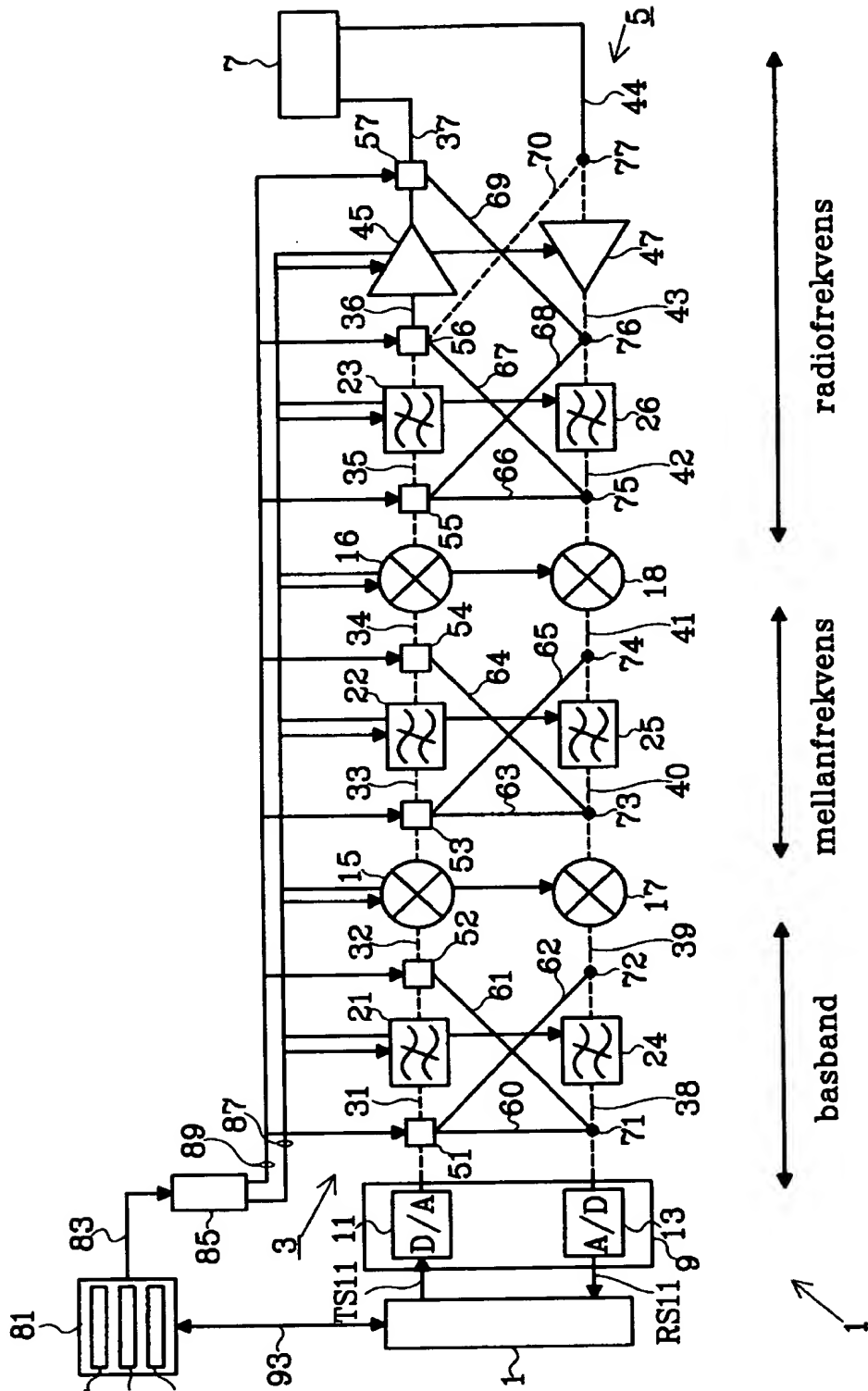


Fig. 17

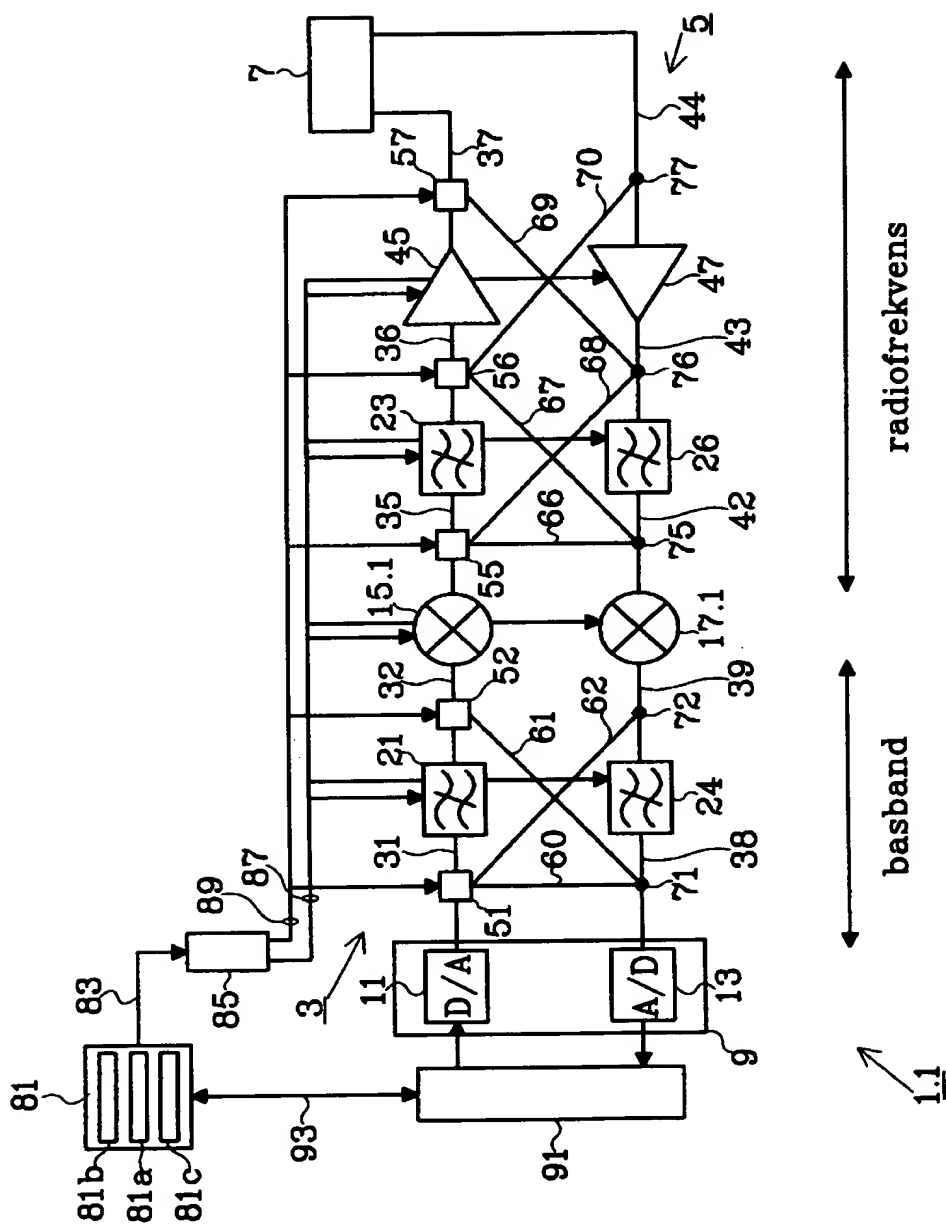


Fig. 18